

## COLLISION-PREVENTING DEVICE FOR VEHICLE

Publication number: JP2002163796

Publication date: 2002-06-07

Inventor: NONAKA MASAKATSU; IGAKI MUNEYOSHI; NAKIRI SUEHARU; WATANABE KAZUYA; NAKADOKORO TAKAYUKI; SAKABE MASAHIKO; KUZUTANI KEIJI

Applicant: AISIN SEIKI; TOYOTA MOTOR CORP; TOYOTA CENTRAL RES &amp; DEV

Classification:

- international: B60R21/00; B60K31/00; B60T7/12; B60T8/172; F02D29/02; G08G1/16; B60R21/00; B60K31/00; B60T7/12; B60T8/17; F02D29/02; G08G1/16; (IPC1-7): G08G1/16; B60K31/00; B60R21/00; B60T7/12; F02D29/02

- European:

Application number: JP20000357802 20001124

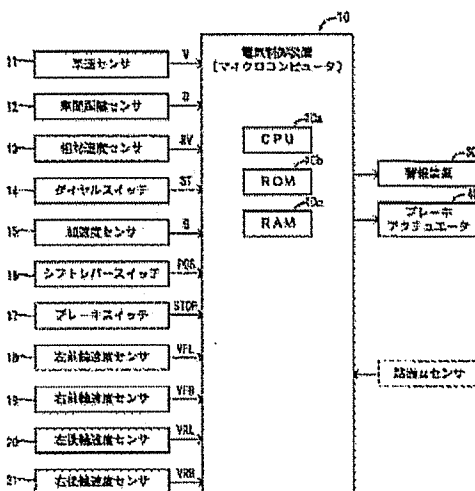
Priority number(s): JP20000357802 20001124

Report a data error here

## Abstract of JP2002163796

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To permit a self-vehicle to maintain an appropriate inter-vehicle distance with respect to a preceding vehicle.

**SOLUTION:** An electric controller 10 predicts a nearest approach distance between the self-vehicle and the preceding vehicle, by assuming that the preceding vehicle reduces speed at deceleration detected by an inter-vehicle distance sensor 12 and the self-vehicle reduces speed at prescribed assumed deceleration, after it travels at speed detected by a vehicle speed sensor 11 by a free running time. The electric controller predicts nearest approach time speed, when the distance between the preceding vehicle and the self-vehicle becomes the nearest approach distance. An appropriate inter-vehicle distance is decided, based on the product of predicted nearest approach time speed and time which have been previously set. When the predicted nearest approach distance is smaller than the appropriate inter-vehicle distance decided, warning is issued from a warning device 30 or braking force is generated by a brake actuator 40.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-163796

(P2002-163796A)

(43) 公開日 平成14年6月7日 (2002.6.7)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	データ* (参考)
G 0 8 G 1/16		G 0 8 G 1/16	E 3 D 0 4 4
B 6 0 K 31/00		B 6 0 K 31/00	Z 3 D 0 4 6
B 6 0 R 21/00	6 2 4	B 6 0 R 21/00	6 2 4 B 3 G 0 9 3
	6 2 6		6 2 6 C 5 H 1 8 0
			6 2 6 C

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 31 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-357802(P2000-357802)

(22) 出願日 平成12年11月24日 (2000. 11. 24)

(71) 出願人 000000011

アイシン精機株式会社

愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(71) 出願人 000003609

株式会社豊田中央研究所

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番

地の1

(74) 代理人 100088971

弁理士 大庭 咲夫 (外1名)

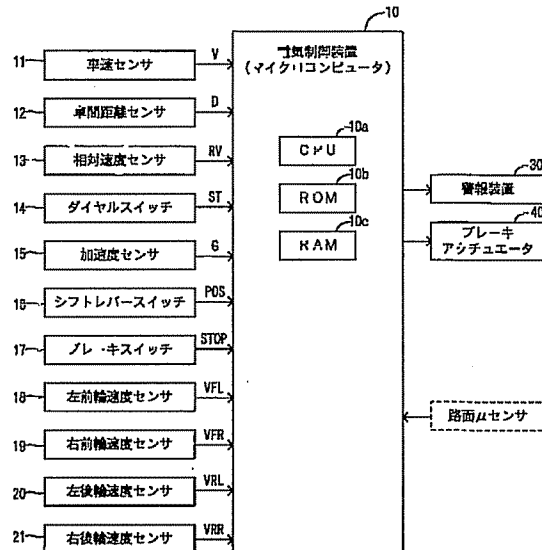
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両の衝突予防装置

(57) 【要約】

【課題】 自車が先行車に対して適切な車間距離を維持できるようにすること。

【解決手段】 電気制御装置10は、先行車が車間距離センサ12等により検出された減速度で減速するとともに自車が空走時間だけ車速センサ11により検出された速度で走行した後に所定の想定減速度で減速するとの仮定の下で、同自車と同先行車との最接近距離を予測する。また、電気制御装置は、前記先行車と前記自車の距離が前記最接近距離となるときの最接近時速度を予測する。そして、予測された最接近時速度と予め設定された時間の積に基づいて適正車間距離を決定し、前記予測された最接近距離が前記決定された適正車間距離より小さい場合に警報装置30から警報を発生し、又はブレーキアクチュエータ40により制動力を発生する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 先行車の走行状態を検出する先行車走行状態検出手段と、

自車の走行状態を検出する自車走行状態検出手段と、  
前記自車と前記先行車との車間距離を検出する車間距離検出手段と、

前記検出された先行車の走行状態、前記検出された自車の走行状態、及び前記検出された車間距離に基づいて同自車と同先行車の最接近距離を予測する最接近距離予測手段と、

前記先行車と前記自車の距離が前記最接近距離となるときの同自車の速度を最接近時速度として予測するとともに、同予測された最接近時速度に基づいて適正車間距離を決定する適正車間距離決定手段と、

前記予測された最接近距離が前記決定された適正車間距離より小さい場合に警報又は制動力を発生する衝突予防手段と、

を備えた車両の衝突予防装置。

【請求項2】 請求項1に記載の車両の衝突予防装置において、

前記適正車間距離決定手段は、前記適正車間距離を前記予測された最接近時速度と予め設定された時間の積に基づいて決定するように構成されてなる衝突予防装置。

【請求項3】 請求項2に記載の車両の衝突予防装置において、

前記適正車間距離決定手段は、前記適正車間距離を前記予測された最接近時速度と予め設定された時間の積に一定の余裕車間距離を加えた値とするように構成されてなる衝突予防装置。

【請求項4】 先行車の走行状態を検出する先行車走行状態検出手段と、

自車の走行状態を検出する自車走行状態検出手段と、  
前記自車と前記先行車との車間距離を検出する車間距離検出手段と、

前記検出された先行車の走行状態、前記検出された自車の走行状態、前記検出された車間距離、及び自車の想定された想定減速度に基づいて同自車と同先行車との最接近距離を予測する最接近距離予測手段と、

前記予測された最接近距離が所定の適正車間距離より小さい場合に警報又は制動力を発生する衝突予防手段とを備えた車両の衝突予防装置であって、

前記最接近距離予測手段は、前記想定減速度を前記自車が走行する路面の路面摩擦係数から定まる最大減速度より小さい減速度として前記最接近距離を予測するように構成されてなる車両の衝突予防装置。

【請求項5】 請求項4に記載の車両の衝突予防装置において、

前記最接近距離予測手段は、前記自車が走行する路面の路面摩擦係数と重力加速度との積に1より小さい係数を乗じた値を前記自車の想定減速度とするように構成され

てなる衝突予防装置。

【請求項6】 先行車の速度を検出する先行車速度検出手段と、

前記先行車の減速度を検出する先行車減速度検出手段と、

自車の速度を検出する自車速度検出手段と、

前記自車と前記先行車との車間距離を検出する車間距離検出手段と、

前記先行車が前記検出された先行車の減速度で減速するとともに前記自車が所定の空走時間だけ前記検出された自車の速度で走行した後に所定の想定減速度で減速するとの仮定の下で、前記検出された先行車の速度、前記検出された先行車の減速度、前記検出された自車の速度、及び前記検出された車間距離に基づいて前記自車と前記先行車の第1の最接近距離を予測する第1最接近距離予測手段と、

前記第1最接近距離予測手段の仮定下で前記自車が前記先行車に最接近するまでの時点において前記先行車が路面摩擦係数から定まる最大減速度での減速を開始するとともに所定の時間後に前記自車が同最大減速度での減速を開始するものと仮定して、前記検出された先行車の速度、前記検出された先行車の減速度、前記検出された自車の速度、及び前記検出された車間距離に基づいて第2の最接近距離を予測する第2最接近距離予測手段と、  
前記予測された第1の最接近距離が第1適正車間距離より小さいか、または前記予測された第2の最接近距離が第2適正車間距離より小さいと判定された場合に警報又は制動力を発生する衝突予防手段と、  
を備えた車両の衝突予防装置。

【請求項7】 先行車の走行状態を検出する先行車走行状態検出手段と、

自車の走行状態を検出する自車走行状態検出手段と、  
前記自車と前記先行車との車間距離を検出する車間距離検出手段と、

前記検出された先行車の走行状態、前記検出された自車の走行状態、前記検出された車間距離、及び前記自車の想定された想定減速度に基づいて同自車と同先行車との最接近距離を予測する最接近距離予測手段と、

前記予測された最接近距離が所定の適正車間距離より小さい場合に警報又は制動力を発生するとともに、前記車間距離検出手段により検出された実際の車間距離が所定の距離より小さいときに警報又は制動力を発生する衝突予防手段と、

を備えた車両の衝突予防装置。

【請求項8】 請求項7に記載の衝突予防装置において、  
前記自車走行状態検出手段は少なくとも同自車の速度を検出し、前記衝突予防手段は前記所定の距離を前記検出された自車の速度と予め設定された所定の時間の積に所定の余裕車間距離を加えた値とするように構成された衝突予防装置。

【請求項9】先行車の走行状態を検出する先行車走行状態検出手段と、

自車の走行状態を検出する自車走行状態検出手段と、  
前記自車と前記先行車との車間距離を検出する車間距離検出手段と、

前記検出された先行車の走行状態、前記検出された自車の走行状態、前記検出された車間距離、及び前記自車の想定された想定減速度に基づいて同自車と同先行車との最接近距離を予測する最接近距離予測手段と、

前記先行車と前記自車の距離が前記最接近距離となるときの同自車の速度を最接近時速度として予測するとともに、同予測された最接近時速度に基づいて適正車間距離を決定する適正車間距離決定手段と、

前記予測された最接近距離が前記適正車間距離決定手段により決定される適正車間距離より小さい場合に警報又は制動力を発生し、同警報又は同制動力の発生後に前記予測される最接近距離が前記適正車間距離決定手段により決定される適正車間距離よりも所定距離だけ大きくなったとき同警報又は同制動力の発生を停止する衝突予防手段と、

を備えた車両の衝突予防装置。

【請求項10】先行車の速度を検出する先行車速度検出手段と、

前記先行車の減速度を検出する先行車減速度検出手段と、

自車の速度を検出する自車速度検出手段と、

前記自車と前記先行車との車間距離を検出する車間距離検出手段と、

前記先行車が前記検出された減速度で減速するとともに前記自車が第1空走時間だけ前記検出された速度で走行した後に第1想定減速度で減速するとの仮定の下で、同自車と同先行車との第1最接近距離と第1最接近時速度とを予測し、同予測された第1最接近距離が同予測された第1最接近時速度と予め設定された第1時間の積に基づいて決定される第1適正車間距離よりも小さいときに警報又は制動力を発生する第1衝突予防手段と、

前記先行車が前記検出された減速度で減速するとともに前記自車が前記第1空走時間以下の第2空走時間だけ前記検出された速度で走行した後に前記第1想定減速度以上の第2想定減速度で減速するとの仮定の下で、同自車と同先行車との第2最接近距離と第2最接近時速度とを予測し、同予測された第2最接近距離が同予測された第2最接近時速度と予め設定された前記第1時間以下の第2時間の積に基づいて決定される第2適正車間距離よりも小さいときに警報又は制動力を発生する第2衝突予防手段と、

前記第2衝突予防手段により前記警報又は前記制動力が発生されたときは、前記第1衝突予防手段によって前記警報又は前記制動力が発生されない状態となるまで、同第2衝突予防手段による同警報又は同制動力の発生を継

続する予防措置継続手段と、

を備えた車両の衝突予防装置。

【請求項11】請求項10に記載の車両の衝突予防装置であって、

前記自車のブレーキ装置が運転者によって作動状態とされているか否かを判定するブレーキ作動判定手段を備え、

前記第1衝突予防手段は前記ブレーキ作動判定手段により前記ブレーキが作動状態にないと判定されたときは同ブレーキが作動状態にあると判定された場合より、前記第1空走時間を長い時間に変更して前記第1最接近距離を予測するように構成され、

前記予防措置継続手段は前記第1衝突予防手段が前記長い時間に変更された第1空走時間に基づいて前記第1最接近距離を予測した場合でも前記警報又は前記制動力を発生しない状態となるまで前記第2衝突予防手段による前記警報又は前記制動力の発生を継続するように構成された衝突予防装置。

【請求項12】先行車の速度を検出する先行車速度検出手段と、

前記先行車の減速度を検出する先行車減速度検出手段と、

自車の速度を検出する自車速度検出手段と、

前記自車と前記先行車との車間距離を検出する車間距離検出手段と、

前記自車のブレーキ装置が運転者によって作動状態とされているか否かを判定するブレーキ作動判定手段と、

前記先行車が前記検出された減速度で減速するとともに前記自車が所定の空走時間だけ前記検出された速度で走行した後に所定の想定減速度で減速するとの仮定の下で、前記検出された先行車の速度、前記検出された先行車の減速度、前記検出された自車の速度、及び前記検出された車間距離に基づいて同自車と同先行車との最接近距離を予測し、同予測された最接近距離が所定の適正車間距離よりも小さいときに警報又は制動力を発生する衝突予防手段と、

前記ブレーキ作動判定手段によりブレーキが作動状態にないと判定されたときは同ブレーキが作動状態にあると判定された場合より、前記所定の空走時間を長い時間に変更する空走時間変更手段と、

を備えた車両の衝突予防装置。

【請求項13】先行車の速度を検出する先行車速度検出手段と、

前記先行車の減速度を検出する先行車減速度検出手段と、

自車の速度を検出する自車速度検出手段と、

前記自車と前記先行車との車間距離を検出する車間距離検出手段と、

空走時間、自車想定減速度、及び適正車間距離を決定する因子の組を複数組記憶するとともに外部からの操作に

応じて同記憶された複数の因子の組の一つを読み出す因子記憶手段と、

前記先行車が前記検出された先行車の減速度で減速するとともに前記自車が前記読み出された因子により定まる空走時間だけ前記検出された自車の速度で走行した後に前記読み出された因子により定まる想定減速度にて減速するとの仮定の下で、前記検出された先行車の速度、前記検出された先行車の減速度、前記検出された自車の速度、及び前記検出された車間距離に基づいて同自車と同先行車との最接近距離を予測し、同予測された最接近距離が前記読み出された因子により定まる適正車間距離よりも小さいときに警報又は制動力を発生する衝突予防手段と、

を備えた車両の衝突予防装置。

【請求項14】請求項13に記載の車両の衝突予防装置において、

前記適正車間距離は前記仮定の下で予測される最接近時速度と予め設定された時間の積に基づいて決定され、前記適正車間距離を決定する因子は同予め設定された時間である衝突予防装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、先行車との車間距離が不十分となったときに警報又は制動を行う車両の衝突予防装置に関する。

【0002】

【従来の技術】この種の装置は、例えば、特開平6-231400号公報に記載されているように、先行車の速度、先行車の減速度、自車の速度、及び自車の最大減速度等に基づいて現時点における適正車間距離（この従来技術における適正車間距離は現時点での車間距離に対応しているが、以下に述べる本発明における適正車間距離は将来の予測される車間距離に対応しており同従来技術とは異なっている）を求め、実際の車間距離が前記適正車間距離より小さい場合に警報を発生するようになってい。また、この装置は、上記適正車間距離を「先行車が所定の減速度で減速を開始した時点から遅れ時間 $\tau$ 後に自車が所定の減速度で減速した場合に衝突しない距離」と定めている。即ち、先行車が減速を開始した後に自車が減速するとの仮定の下で、両車両が最も接近する際の車間距離が「0」又はある程度のマージンを加算した距離になると予測されるときに警報を発生するようになってい。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来の装置においては、最も接近したときの車間距離が「0」又はある程度のマージンを加算した距離になると予測されるときに警報がなされるから、同車間距離が「0」又はある程度のマージンを加算した距離となることを許容しており、このような状態で先行車が急減速す

る場合には車間距離が不足するという問題がある。

【0004】

【発明の概要】本発明の目的は、自車が先行車に対して適切な車間距離を維持できるようにするために、より適切な時点で警報又は制動力を発生する衝突予防装置を提供することであり、その特徴の一つは、先行車の走行状態を検出する先行車走行状態検出手段と、自車の走行状態を検出する自車走行状態検出手段と、前記自車と前記先行車との車間距離を検出する車間距離検出手段と、前記検出された先行車の走行状態、前記検出された自車の走行状態、及び前記検出された車間距離に基づいて同自車と同先行車の最接近距離を予測する最接近距離予測手段と、前記先行車と前記自車の距離が前記最接近距離となるときの同自車の速度を最接近時速度として予測するとともに、同予測された最接近時速度に基づいて適正車間距離を決定する適正車間距離決定手段と、前記予測された最接近距離が前記決定された適正車間距離より小さい場合に警報又は制動力を発生する衝突予防手段とを備えたことにある。

【0005】これによれば、例えば、先行車の速度、減速度等である検出された先行車の走行状態、例えば自車の速度等である自車の走行状態、及び検出された車間距離とから両車の最接近距離が予測される。また、自車が前車に最接近するときの自車の速度が予測され、この予測された最接近時の自車の速度（最接近時速度）に基づいて適正車間距離が決定される。そして、予測された最接近距離が、決定された適正車間距離より小さい場合に警報又は制動力が発生される。

【0006】最接近距離の予測において自車が先行車に最接近するのは、同自車と同先行車との速度が等しくなった時点（即ち、自車が最接近時速度で走行する時点）であり、かかる最接近時において、自車は先行車に対して同一の最接近時速度で追従走行する状態となる。また、一般に、運転者は追従走行状態における車間距離をそのときの走行速度に応じた距離だけ確保する。従って、上記構成のように、予測される最接近時の車間距離が予測される最接近時速度に基づいて決定された適正車間距離となるように事前に警報又は制動力を発生すれば、先行車の減速に伴う自車の減速終了時（即ち、最接近時）における車間距離が、その時点の速度（最接近時速度）に応じた適切な車間距離となり、安全な車間距離が確保され得る。

【0007】この場合において、前記適正車間距離決定手段は、前記適正車間距離を前記予測された最接近時速度と予め設定された時間の積に基づいて決定するように構成されることが好適である。

【0008】前記予め設定された時間は、本明細書において「車頭時間」と云う時間とすることができ、この車頭時間は自車が先行車の速度と略等しい速度で同先行車に追従走行している場合に、運転者が確保する同先行車

までの車間距離を自車の速度で除した値である。実験によると、この車頭時間は運転者が同一である限り自車の速度が異なる場合でも大きくは変化しない。従って、車頭時間を運転者に応じて選択し、上記のように、最接近時速度と車頭時間の積に基づいて前記適正車間距離を決定すれば、先行車の減速に伴う警報に基づいた制動操作による制動力又は発生された制動力による自車の減速後において、同自車と同先行車の車間距離を各々の運転者の感覚に適合した安全な距離とすることが可能となる。また、前記予め定められた時間が一定時間であっても、上記特徴により、前記自車の減速後における同自車と先行車の車間距離を最接近時速度に応じた安全な距離とすることができる。

【0009】同様に、前記適正車間距離決定手段は、前記適正車間距離を前記予測された最接近時速度と予め設定された時間の積に一定の余裕車間距離を加えた値とするように構成されることが好適である。

【0010】これによれば、前記予測された最接近時速度と予め設定された時間の積に余裕車間距離を加えられた距離が適正時間とされるので、例えば、予測された最接近時速度が「0」となる状況、即ち、先行車が先に停止し、その後自車が停止する状況であっても、同先行車と同自車との距離を同余裕車間距離だけ確保できるので、同自車を安全に停止することができる。

【0011】本発明の他の特徴は、先行車の走行状態を検出する先行車走行状態検出手段と、自車の走行状態を検出する自車走行状態検出手段と、前記自車と前記先行車との車間距離を検出する車間距離検出手段と、前記検出された先行車の走行状態、前記検出された自車の走行状態、前記検出された車間距離、及び自車の想定された想定減速度に基づいて同自車と同先行車との最接近距離を予測する最接近距離予測手段と、前記予測された最接近距離が所定の適正車間距離より小さい場合に警報又は制動力を発生する衝突予防手段とを備えた車両の衝突予防装置であって、前記最接近距離予測手段は、前記想定減速度を前記自車が走行する路面の路面摩擦係数から定まる最大減速度より小さい減速度として前記最接近距離を予測するように構成されたことにある。

【0012】これによれば、検出された先行車の速度、減速度等の走行状態、検出された自車の速度等の走行状態、検出された車間距離、及び自車の想定された想定減速度に基づいて同自車と同先行車との最接近距離が予測され、予測された最接近距離が所定の適正車間距離より小さい場合に警報又は制動力が発生される。また、前記最接近距離は、自車が走行している路面の路面摩擦係数により定まる最大減速度（自車が発生し得る最大減速度）より小さい減速度（想定減速度）で減速するものとして予測される。従って、先行車がさらに大きな減速度にて減速を開始した場合であっても、自車には同自車の減速度を増大する余地が残されているので、例えば運転

者は自車の減速度を増大することができる。

【0013】この場合、前記最接近距離予測手段は、前記自車が走行する路面の路面摩擦係数と重力加速度との積に1より小さい係数を乗じた値を前記自車の想定減速度とするように構成されることが好適である。

【0014】これによれば、走行路面において得られる最大減速度よりも小さい想定減速度を簡易かつ確実に得ることができる。

【0015】本発明の他の特徴は、先行車の速度を検出する先行車速度検出手段と、前記先行車の減速度を検出する先行車減速度検出手段と、自車の速度を検出する自車速度検出手段と、前記自車と前記先行車との車間距離を検出する車間距離検出手段と、前記先行車が前記検出された先行車の減速度で減速するとともに前記自車が所定の空走時間だけ前記検出された自車の速度で走行した後に所定の想定減速度で減速するとの仮定の下で、前記検出された先行車の速度、前記検出された先行車の減速度、前記検出された自車の速度、及び前記検出された車間距離に基づいて前記自車と前記先行車の第1の最接近距離を予測する第1最接近距離予測手段と、前記第1最接近距離予測手段の仮定下で前記自車が前記先行車に最接近するまでの時点において前記先行車が路面摩擦係数から推定される最大減速度での減速を開始するとともに所定の時間後に前記自車が同最大減速度での減速を開始するものと仮定して、前記検出された先行車の速度、前記検出された先行車の減速度、前記検出された自車の速度、及び前記検出された車間距離に基づいて第2の最接近距離を予測する第2最接近距離予測手段と、前記第1最接近距離予測手段により予測された最接近距離が第1適正車間距離より小さいか、または前記第2最接近距離予測手段により予測された最接近距離が第2適正車間距離より小さいと判定された場合に警報又は制動力を発生する衝突予防手段とを備えたことにある。

【0016】これによれば、第1最接近距離予測手段により、前記先行車が前記検出された先行車の減速度で減速するとともに前記自車が所定の空走時間だけ前記検出された自車の速度で走行した後に所定の想定減速度で減速するとの仮定の下で、前記検出された先行車の速度、前記検出された先行車の減速度、前記検出された自車の速度、及び前記検出された車間距離に基づいて同自車と同先行車の第1の最接近距離が予測される。

【0017】また、第2最接近距離予測手段により、前記第1最接近距離予測手段の仮定下で前記自車が前記先行車に最接近するまでの時点において前記先行車が路面摩擦係数から定まる最大減速度での減速を開始するとともに所定の時間後に前記自車が同最大減速度での減速を開始するものと仮定して、前記検出された先行車の速度、前記検出された先行車の減速度、前記検出された自車の速度、及び前記検出された車間距離に基づいて第2の最接近距離が予測される。

【0018】そして、衝突防止手段により、前記予測された第1の最接近距離が第1適正車間距離より小さいか、または前記予測された第2の最接近距離が第2適正車間距離より小さいと判定された場合に警報又は制動力が発生される。従って、先行車が当初に検出された減速度よりも大きな減速度で減速を開始することに備えた適切なタイミングで警報又は制動力が発生されるので、自車が先行車に極めて接近する事態が未然に回避され得る。なお、前記第2適正車間距離は前記第1適正車間距離以下であることが好ましく、例えば、同第2適正車間距離は停止時に先行車との間に確保すべき余裕車間距離とよばれる距離とすると良い。

【0019】本発明の他の特徴は、先行車の走行状態を検出する先行車走行状態検出手段と、自車の走行状態を検出する自車走行状態検出手段と、前記自車と前記先行車との車間距離を検出する車間距離検出手段と、前記検出された先行車の走行状態、前記検出された自車の走行状態、前記検出された車間距離、及び前記自車の想定された想定減速度に基づいて同自車と同先行車との最接近距離を予測する最接近距離予測手段と、前記予測された最接近距離が所定の適正車間距離より小さい場合に警報又は制動力を発生するとともに、前記車間距離検出手段により検出された実際の車間距離が所定の距離より小さいときに警報又は制動力を発生する衝突予防手段とを備えたことにある。更に、この場合において、前記自車走行状態検出手段は少なくとも同自車の速度を検出し、前記衝突予防手段は前記所定の距離を前記検出された自車の速度と予め設定された所定の時間の積に所定の余裕車間距離を加えた値とするように構成されることが好適である。

【0020】これによれば、検出された先行車の速度、減速度等の走行状態、前記検出された自車の速度等の走行状態、前記検出された車間距離、及び自車の想定された想定減速度に基づいて同自車と同先行車との最接近距離が予測され、この予測された最接近距離が所定の適正車間距離より小さい場合に警報又は制動力が発生される。また、予測された最接近距離が所定の適正車間距離より小さくない場合であっても、前記車間距離検出手段により検出された実際の車間距離が所定の距離（例えば、前記検出された自車の速度と予め設定された所定の時間の積に所定の余裕車間距離を加えた距離）より小さいときに警報又は制動力が発生される。従って、後方から自車を追い越した車両などが車線変更により自車の直前に割込んできたような場合であっても、警報又は制動力が発生されるので、安全な車間距離が維持され得る。

【0021】本発明の他の特徴は、先行車の走行状態を検出する先行車走行状態検出手段と、自車の走行状態を検出する自車走行状態検出手段と、前記自車と前記先行車との車間距離を検出する車間距離検出手段と、前記検出された先行車の走行状態、前記検出された自車の走行

状態、前記検出された車間距離、及び前記自車の想定された想定減速度に基づいて同自車と同先行車との最接近距離を予測する最接近距離予測手段と、前記先行車と前記自車の距離が前記最接近距離となるときの同自車の速度を最接近時速度として予測するとともに、同予測された最接近時速度に基づいて適正車間距離を決定する適正車間距離決定手段と、前記予測された最接近距離が前記適正車間距離決定手段により決定される適正車間距離より小さい場合に警報又は制動力を発生し、同警報又は同制動力の発生後に前記予測される最接近距離が前記適正車間距離決定手段により決定される適正距離よりも所定距離だけ大きくなったとき同警報又は同制動力の発生を停止する衝突予防手段とを備えたことにある。

【0022】これによれば、検出された先行車の速度、減速度等の走行状態、前記検出された自車の速度等の走行状態、前記検出された車間距離、及び自車の想定された想定減速度に基づいて同自車と同先行車との最接近距離が予測される。また、自車が前車に最接近するときの自車の速度が予測され、この予測された最接近時の自車の速度（最接近時速度）に基づいて適正車間距離が決定される。そして、予測された最接近距離が決定された適正車間距離より小さい場合に警報又は制動力が発生される。また、前記警報又は前記制動力の発生後に前記予測される最接近距離が前記適正車間距離決定手段によって決定される適正車間距離よりも所定距離だけ大きくなったとき同警報又は同制動力の発生が停止される。従って、警報又は制動力の発生が停止直後に再び同警報又は同制動力が発生され難くなるので、頻繁な警報又は制動力の発生を回避することができる。

【0023】本発明の他の特徴は、先行車の速度を検出する先行車速度検出手段と、前記先行車の減速度を検出する先行車減速度検出手段と、自車の速度を検出する自車速度検出手段と、前記自車と前記先行車との車間距離を検出する車間距離検出手段と、前記先行車が前記検出された減速度で減速するとともに前記自車が第1空走時間だけ前記検出された速度で走行した後に第1想定減速度で減速するとの仮定の下で、同自車と同先行車との第1最接近距離と第1最接近時速度とを予測し、同予測された第1最接近距離が同予測された第1最接近時速度と予め設定された第1時間の積に基づいて決定される第1適正車間距離より小さいときに警報又は制動力を発生する第1衝突予防手段と、前記先行車が前記検出された減速度で減速するとともに前記自車が前記第1空走時間以下の第2空走時間だけ前記検出された速度で走行した後に前記第1想定減速度以上の第2想定減速度で減速するとの仮定の下で、同自車と同先行車との第2最接近距離と第2最接近時速度とを予測し、同予測された第2最接近距離が同予測された第2最接近時速度と予め設定された前記第1時間以下の第2時間の積に基づいて決定される第2適正車間距離より小さいときに警報又は制動

力を発生する第2衝突予防手段と、前記第2衝突予防手段により前記警報又は前記制動力が発生されたときは、前記第1衝突予防手段によって前記警報又は前記制動力が発生されない状態となるまで、同第2衝突予防手段による同警報又は同制動力の発生を継続する予防措置継続手段とを備えたことにある。

【0024】これによれば、第1衝突予防手段により、前記先行車が前記検出された減速度で減速するとともに前記自車が第1空走時間だけ前記検出された速度で走行した後に第1想定減速度で減速するとの仮定の下で、同自車と同先行車との第1最接近距離と第1最接近時速度とを予測し、同予測された第1最接近距離が同予測された第1最接近時速度と予め設定された第1時間との積に基づいて決定される第1適正車間距離よりも小さいときに警報又は制動力が発生される。

【0025】また、第2衝突予防手段により、前記先行車が前記検出された減速度で減速するとともに前記自車が前記第1空走時間以下の第2空走時間だけ前記検出された速度で走行した後に前記第1想定減速度以上の第2想定減速度で減速するとの仮定の下で、同自車と同先行車との第2最接近距離と第2最接近時速度とを予測し、同予測された第2最接近距離が同予測された第2最接近時速度と予め設定された前記第1時間以下の第2時間の積に基づいて決定される第2適正車間距離よりも小さいときに警報又は制動力が発生される。この結果、第2衝突予防手段は第1衝突予防手段よりも遅いタイミングで警報又は制動力を発生する。

【0026】そして、予防措置継続手段により、前記第2衝突予防手段による前記警報又は前記制動力の発生は、前記第1衝突予防手段によって前記警報又は前記制動力が発生されない状態となるまで継続される。第1衝突予防手段は、第2衝突予防手段よりも早いタイミングで警報又は制動力を発生するから、同第1衝突予防手段によって警報又は制動力が発生されない状態となった時点では、車間距離が十分安全な距離以上に確保されている。従って、そのような状態となるまで第2衝突予防手段による警報又は制動力の発生を継続するようにしたものである。

【0027】この場合において、前記自車のブレーキ装置が運転者によって作動状態とされているか否かを判定するブレーキ作動判定手段を備え、前記第1衝突予防手段は前記ブレーキ作動判定手段により前記ブレーキが作動状態にないと判定されたときは同ブレーキが作動状態にあると判定された場合より、前記第1空走時間を長い時間に変更して前記第1最接近距離を予測するように構成され、前記予防措置継続手段は前記第1衝突予防手段が前記長い時間に変更された第1空走時間に基づいて前記第1最接近距離を予測した場合でも前記警報又は前記制動力を発生しない状態となるまで前記第2衝突予防手段による前記警報又は前記制動力の発生を継続するよう

に構成されることが好適である。

【0028】これによれば、ブレーキが非作動状態にある場合には、例えばアクセルペダルからブレーキペダルへの踏み換え時間に相当するだけ、同ブレーキが作動状態にある場合よりも第1空走時間が延長され、その延長された第1空走時間にて第1最接近距離が予測されて、警報又は制動力の発生の必要性が判断される。また、予防措置継続手段により、前記第2衝突予防手段による前記警報又は前記制動力の発生は、前記第1衝突予防手段によって前記延長された第1空走時間に基づいて前記第1最接近距離を予測した場合でも前記警報又は前記制動力を発生しない状態となるまで継続される。

【0029】第1衝突予防手段による警報又は制動力は、第2衝突予防手段よりも早期に発生される。また、第1衝突予防手段は、空走時間が延長されるブレーキが非作動状態にある場合の方が、ブレーキが作動状態にある場合よりも、一層早期に警報又は制動力を発生する。従って、ブレーキが非作動状態にあるときに第1衝突予防手段が警報又は制動力を発生しない状態では、車間距離がより安全な距離以上に確保されているので、その時点にて第2衝突予防手段による警報又は制動力の発生を停止するようにしたものである。

【0030】本発明の他の特徴は、先行車の速度を検出する先行車速度検出手段と、前記先行車の減速度を検出する先行車減速度検出手段と、自車の速度を検出する自車速度検出手段と、前記自車と前記先行車との車間距離を検出する車間距離検出手段と、前記自車のブレーキ装置が運転者によって作動状態とされているか否かを判定するブレーキ作動判定手段と、前記先行車が前記検出された減速度で減速するとともに前記自車が所定の空走時間だけ前記検出された速度で走行した後に所定の想定減速度で減速するとの仮定の下で、前記検出された先行車の速度、前記検出された先行車の減速度、前記検出された自車の速度、及び前記検出された車間距離に基づいて同自車と同先行車との最接近距離を予測し、同予測された最接近距離が所定の適正車間距離よりも小さいときに警報又は制動力を発生する衝突予防手段と、前記ブレーキ作動判定手段によりブレーキが作動状態にないと判定されたときは同ブレーキが作動状態にあると判定された場合より、前記所定の空走時間を長い時間に変更する空走時間変更手段とを備えたことにある。

【0031】これによれば、先行車が検出された減速度で減速するとともに自車が所定の空走時間だけ検出された速度で走行した後に所定の想定減速度で減速するとの仮定の下で、同自車と同先行車との最接近距離が予測され、同予測された最接近距離が所定の適正車間距離よりも小さいときに警報又は制動力が発生される。また、ブレーキ作動判定手段によりブレーキが作動状態にないと判定されたときは同ブレーキが作動状態にあると判定された場合より、前記所定の空走時間が長い時間に変更さ

れる。従って、運転者のアクセルペダル等からブレーキペダルへの踏み換え時間を考慮した適切なタイミングにて警報又は制動力が発生され得る。

【0032】本発明の他の特徴は、先行車の速度を検出する先行車速度検出手段と、前記先行車の減速度を検出する先行車減速度検出手段と、自車の速度を検出する自車速度検出手段と、前記自車と前記先行車との車間距離を検出する車間距離検出手段と、空走時間、自車想定減速度、及び適正車間距離を決定する因子の組を複数組記憶するとともに外部からの操作に応じて同記憶された複数の因子の組の一つを読み出す因子記憶手段と、前記先行車が前記検出された先行車の減速度で減速するとともに前記自車が前記読み出された因子により定まる空走時間だけ前記検出された自車の速度で走行した後に前記読み出された因子により定まる想定減速度にて減速すると、の仮定の下で、前記検出された先行車の速度、前記検出された先行車の減速度、前記検出された自車の速度、及び前記検出された車間距離に基づいて同自車と同先行車との最接近距離を予測し、同予測された最接近距離が前記読み出された因子により定まる適正車間距離よりも小さいときに警報又は制動力を発生する衝突予防手段とを備えたことにある。

【0033】これによれば、因子記憶手段内に空走時間、自車想定減速度、及び適正車間距離を決定する因子の組が複数組記憶され、外部からの操作に応じて同記憶された複数の因子の組の一つが読み出される。そして、先行車が検出された先行車の減速度にて減速するとともに自車が前記読み出された因子により定まる空走時間だけ検出された自車の速度で走行した後に前記読み出された因子により定まる想定減速度にて減速すると、の仮定の下で、同自車と同先行車との最接近距離を予測し、同予測された最接近距離が前記読み出された因子により定まる適正車間距離よりも小さいときに警報又は制動力が発生される。

【0034】空走時間には、アクセルペダル等からブレーキペダルへの踏み換え時間が含まれ、踏み換え時間は運転者により異なる。また、一般に、踏み換え時間が長い運転者は相対的に小さい減速度にて減速するとともに、車間距離も大きく確保しながら運転する傾向が強い。そこで、空走時間、自車想定減速度、及び適正車間距離を決定する因子（パラメータ）の組を複数組だけ記憶し、これを例えばダイヤルスイッチ等による外部からの操作に応じて選択可能に構成しておくことにより、各運転者の運転特性に合致したタイミングにて警報及び制動力を発生することが可能となる。

【0035】この場合において、前記適正車間距離は前記仮定の下で予測される最接近時速度と予め設定された時間の積に基づいて決定され、前記適正車間距離を決定する因子は同予め設定された時間であることが好適である。これによれば、前述した車頭時間を適正車間距離を

決定するための因子とすることができるので、各運転者の特性に適合したタイミングで警報又は制動力を発生することができる。

#### 【0036】

【発明の実施の形態】以下、本発明による車両の衝突予防装置の一実施形態について図面を参照しつつ説明する。図1は同実施形態に係る衝突予防装置の概略構成を示している。この衝突予防装置は車両に搭載された電気制御装置10を備え、同電気制御装置10は図示しないバスを介して互いに接続されたCPU10a、ROM10b、及びRAM10c等からなるマイクロコンピュータとして構成されている。CPU10aは、ROM10bに格納された後述するプログラムを、RAM10cの一記憶機能を利用しながら実行するようになっている。

【0037】電気制御装置10には、車速センサ11、障害物センサとしての車間距離センサ12、相対速度センサ13、ダイヤルスイッチ14、加速度センサ15、シフトレバースイッチ16、ブレーキスイッチ17、左前輪速度センサ18、右前輪速度センサ19、左後輪速度センサ20、及び右後輪速度センサ21が接続され、CPU10aはこれらのセンサ及びスイッチからの信号を入力するようになっている。また、電気制御装置10は、警報装置30、及びブレーキアクチュエータ40と接続されていて、CPU10aはこれらに対し所定の信号を供給するようになっている。

【0038】車速センサ11は、自車（自己の車両）の速度を検出して自車の速度（自車速）Vを出力するようになっている。車間距離センサ12は、レーザレーダを含んで構成されていて、自車と先行車（自車の前方に位置する車両、前車とも云う。）との距離を計測し、車間距離Dを出力するようになっている。なお、車間距離センサ12は、ミリ波レーダを使用して車間距離Dを計測するものであってもよく、ステレオ式画像認識手法を用いて車間距離Dを計測するものであってもよい。

【0039】相対速度センサ13は、先行車の走行状態を検出する先行車走行状態検出手段の一部を構成し、ミリ波を使用したドップラーセンサであって、自車と先行車との相対速度RVを出力するようになっている。ダイヤルスイッチ14は、運転者によって7つの位置に切替え操作されるようになっていて、操作された各位置に応じた選択位置信号STを出力するようになっている。このダイヤルスイッチ14は、空走時間 $\tau$ を決める因子（以下、因子又はパラメータと呼ぶ。）である同空走時間 $\tau$ 、自車想定減速度 $\mu \cdot g$ を決める因子である $\mu$ 、適正車間距離Dtを決める因子である車頭時間Tdの組を複数組記憶した因子記憶手段の一部を構成している。これらの因子については後述する。

【0040】加速度センサ15は、半導体式であって、自車の前後方向に作用する加速度を検出して加速度信号

Gを出力するようになっている。シフトレバースイッチ16は、図示しない自車の自動変速機のシフトレバー位置（パーキング位置P、リバース位置R、ドライブ位置D等）を検出し、信号POSとして出力するようになっている。ブレーキスイッチ17は、図示を省略した自車のブレーキペダルの操作・非操作状態を検出して、同ペダルが操作されているとき値「1」、操作されていないとき値「0」となる信号STOPを出力するようになっている。運転者によってブレーキ装置が作動状態とされているか否かを判定するブレーキ作動判定手段の一部を構成している。

【0041】左前輪速度センサ18及び右前輪速度センサ19は、それぞれ左前輪（自由輪）の車輪速度VFL、右前輪（自由輪）の車輪速度VFRを検出して出力するようになっている。同様に、左後輪速度センサ20及び右後輪速度センサ21は、それぞれ左後輪（駆動輪）の車輪速度VRL、右後輪（駆動輪）の車輪速度VRRを検出して出力するようになっている。

【0042】警報装置30は、図示を省略したディスプレイと警告音発生装置とを含んでいて、電気制御装置10のCPU10aからの指示に応じて、必要な表示及び警告音の発生を行うようになっている。ブレーキアクチュエータ40は、図示しないブレーキ装置の制動油圧（ブレーキ油圧）を、ブレーキペダル操作によって増減されるブレーキマスタシリンダによる制動油圧とは独立して制御し、左右前輪及び左右後輪に備えられた油圧式ブレーキによる制動力を変更するようになっている。なお、ブレーキ装置が電動モータの発生トルクにより制動力を発生する電動式ブレーキである場合には、前記ブレーキアクチュエータ40は同電動モータに相当する。

【0043】次に、このように構成された衝突予防装置の作動原理について説明する。この衝突予防装置は、先行車との間に安全な距離を確保することを目的とし、先行車及び自車の状態等に基づいて一次警報を行い、続いて二次警報を行うことで運転者に制動操作を促し、二次警報によっても制動操作がなされない場合には、自動的に制動装置を作動させる介入制動を行うようになっている。また、一次又は二次警報により運転者が制動操作を行った場合であっても、その制動力が目標減速度GTに対して不足している場合には、制動力を増大する（制動操作をアシスト（ブレーキアシスト）する）ようになっている。

【0044】この衝突予防装置は、上記一次警報としては、上記警報装置30の警告音発生装置から相対的に穏やかな警告音（例えば、音量は普通で、間歇的に発生される警告音）を発生するようになっている。二次警報は、警報装置30の警告音発生装置から一次警報よりも運転者の注意を一層喚起する警告音（例えば、音量は普通で、連続的に発生される警告音）を発生するとともに、同警報装置のディスプレイに注意を喚起するマーク

を表示するようになっている。また、介入制動時には、上記二次警報と同様の警報を行うが、音量は大きくされるようになっている。

【0045】本実施形態においては、一次警報、二次警報、及び介入制動は、先行車の状態、自車の状態等に基づいて図2に示した最接近距離（自車と先行車が最も接近したときの距離） $d_{min}$ を計算により予測し、同最接近距離 $d_{min}$ が所定の適正車間距離Dtを確保できない（ $d_{min} < Dt$ ）と判断されたときに実行されるようになっている。また、一次警報、二次警報、及び介入制動の何れを実行すべきかは、上記最接近距離 $d_{min}$ を求める際に使用されるパラメータ（後述する、空走時間 $\tau$ 、自車想定減速度 $\mu \cdot g$ （ $g$ は重力加速度））、及び適正車間距離Dtを決定するパラメータ（後述する車頭時間Td）を変更することで判断されるようになっている。そこで、先ず、最接近距離 $d_{min}$ の求め方から説明する。

【0046】（最接近距離 $d_{min}$ ）最接近距離 $d_{min}$ は、現時点（ $t=0$ ）における先行車の車速が $V_f$ であり同先行車が現時点で検出される減速度 $\mu_f \cdot g$ を一定に維持しながら減速（又は加速）し、自車は現時点から空走時間 $\tau$ だけ現時点の速度 $V$ で走行した後一定減速度（自車の想定減速度） $\mu \cdot g$ で減速するものと仮定し、この仮定と現時点における実際の車間距離（先行車と自車の距離） $D$ に基づいて求められる。このとき、最接近距離 $d_{min}$ は、（1）先行車が先に停止し自車が続いて停止する場合、（2）先行車が当初から停止している場合、（3）空走時間 $\tau$ が経過した後に行走中の先行車に自車が最接近する場合、（4）空走時間 $\tau$ が経過する前に自車が先行車に最接近する場合の四通りに場合分けして検討する必要がある、以下に述べるように求められる。

【0047】上記各場合についての検討に先立ち、以下に用いる基本的な計算式について確認すると、初速 $V_0$ の車両が減速度 $\alpha$ 一定で停止するまでに要する時間（停止時間） $t$ は下記数1で表される。

【0048】

$$\text{【数1】 } t = V_0 / \alpha$$

【0049】また、初速 $V_0$ 、減速度 $\alpha$ の車両が走行する距離 $D_0$ は、下記数2で表される。

【0050】

$$\text{【数2】 } D_0 = V_0 \cdot t - \alpha \cdot t^2 / 2$$

【0051】従って、上記数2に上記数1の停止時間 $t$ を代入することで、初速 $V_0$ 、減速度 $\alpha$ の車両が停止するまでに走行する距離 $D_L$ は、下記数3のように求められる。

【0052】

$$\text{【数3】 } D_L = V_0^2 / (2 \cdot \alpha)$$

【0053】（1）先行車が先に停止し自車が続いて停止する場合

図3は、先行車が先に停止しその後自車が停止する場合における同先行車及び同自車の時間に対する車速変化を

示し、図4は同場合における同先行車及び同自車の時間に対する位置変化を示している。先行車が停止するまでの時間 $t_f$ は、上記数1から明らかなように、下記数4により表される。

【0054】

【数4】  $t_f = V_f / (\mu_f \cdot g)$

【0055】 従って、先行車が停止する位置 $D_f$ は、現時点での自車の位置を基準とした場合、上記数2及び図4から明らかなように、下記数5により表される。

【0056】

【数5】  $D_f = D + V_f^2 / (2 \cdot \mu_f \cdot g)$

【0057】 一方、自車が停止するまでの時間 $t_j$ は、上記数1及び図4から明らかなように、下記数6により表される。

【0058】

【数6】  $t_j = \tau + V / (\mu \cdot g)$

【0059】 また、自車が停止する位置 $D_j$ は、上記数3及び図4から明らかなように、下記数7により表される。

【0060】

【数7】  $D_j = V \cdot \tau + V^2 / (2 \cdot \mu \cdot g)$

【0061】 従って、上記数5及び上記数7から、自車が停止したときの最接近距離 $d_{min}$  ( $= D_f - D_j$ ) は下記数8により表される。

【0062】

【数8】  $d_{min} = \{ D + V_f^2 / (2 \cdot \mu_f \cdot g) \} - \{ V \cdot \tau + V^2 / (2 \cdot \mu \cdot g) \}$

【0063】 数8が成立する条件(数8を用いて最接近距離 $d_{min}$ を計算すべき条件、以下、単に「実施条件」と云う。)は、先行車が停止するまでの時間 $t_f$ が自車が停止するまでの時間 $t_j$ 以下であることから、上記数4及び上記数6に基づいて下記数9により表される。

【0064】

【数9】  $V_f \leq \mu_f \cdot g \cdot \{ \tau + V / (\mu \cdot g) \}$

【0065】 この他に、先行車が減速していること、及び相対速度センサ13の検出能力を考え、速度の絶対値が一定速度 $V_{f0}$  ( $V_{f0} > 0$ ) 未満の車両については停止している車両として扱うために上記数8には、それぞれ下記の数10及び数11の実施条件が加えられる。なお、最接近速度 $V_s$ は「0」である。

【0066】

【数10】  $\mu_f \geq 0$

【0067】

【数11】  $V_f \geq V_{f0}$

【0068】 (2) 先行車が当初から停止している場合(静止物である場合)

この場合、先行車の位置 $D_f$ は現時点における車間距離 $D$ であるから、これと上記数7に示された自車が停止する位置 $D_j$ とから、下記数12が得られる。また、この場合の実施条件は、前記数11を条件として設けた理由

と同じ理由により、下記数13で表される。なお、最接近速度 $V_s$ は「0」である。

【0069】

【数12】

$d_{min} = D - \{ V \cdot \tau + V^2 / (2 \cdot \mu \cdot g) \}$

【0070】

【数13】  $|V_f| < V_{f0}$

【0071】 (3) 空走時間 $\tau$ が経過した後に走行中の先行車に自車が最接近する場合

図5は、自車の空走時間後であって、先行車が減速度 $\mu_f \cdot g$  ( $\mu_f \cdot g > 0$ ) で減速しながら走行している間に自車が同先行車に最接近する場合における同自車及び同先行車の時間に対する車速変化を示し、図6は同場合における同自車及び同先行車の時間に対する位置変化を示している。また、図7は、先行車が減速度 $\mu_f \cdot g$  ( $\mu_f \cdot g < 0$ ) で減速、即ち加速しながら走行している間に自車が同先行車に最接近する場合における同自車及び同先行車の時間に対する車速変化を示し、図8は同場合における同自車及び同先行車の時間に対する位置変化を示している。

【0072】 いずれの場合においても(減速度 $\mu_f \cdot g$ の正負に関わらず)、自車が先行車に最接近するのは、自車の速度 $V^-$ と先行車の速度 $V_f^-$ が等しい速度 $V_s$ となった場合である。両車の速度が等しい速度 $V_s$ となる時間を $t_c$ とすると、その時点の自車の速度 $V^-$ 、及び先行車の速度 $V_f^-$ は、図5及び図7から明らかなように、下記数14及び下記数15によりそれぞれ表される。

【0073】

【数14】  $V^- = V - \mu \cdot g \cdot (t_c - \tau)$

【0074】

【数15】  $V_f^- = V_f - \mu_f \cdot g \cdot t_c$

【0075】 両車の速度が等しい速度 $V_s$ になるまでの時間 $t_c$ は、上記数14の右辺と上記数15の右辺が等しいことから、下記数16により表される。

【0076】

【数16】

$t_c = (V - V_f + \mu \cdot g \cdot \tau) / (\mu \cdot g - \mu_f \cdot g)$

【0077】 一方、時間 $t_c$ 後の先行車の位置 $D_f$ は、上記数2、図4、及び図6から明らかなように、下記数17により表される。

【0078】

【数17】  $D_f = D + V_f \cdot t_c - \mu_f \cdot g \cdot t_c^2 / 2$

【0079】 また、時間 $t_c$ 後の自車の位置 $D_j$ は、上記数2、図5、及び図7から、下記数18により表される。

【0080】

【数18】  $D_j = V \cdot \tau + V (t_c - \tau) - \mu \cdot g \cdot (t_c - \tau)^2 / 2$

【0081】 従って、数16～数18により、最接近距

離 $d_{min}$ は下記数19により表される。

【0082】

【数19】 $d_{min}=D-\{(V+\mu \cdot g \cdot \tau-Vf)^2 / \{2(\mu-\mu f) \cdot g\}-\mu \cdot g \cdot \tau^2 / 2\}$

【0083】このとき、上記数15(又は上記数14)と上記数16とから、最接近時の速度 $V_s$ は、下記数20により表される。

【0084】

【数20】 $V_s=(\mu f \cdot V-\mu \cdot Vf+\mu \cdot \mu f \cdot g \cdot \tau) / (\mu f-\mu)$

【0085】また、上記数19及び上記数20の実施条件は、下記数21で表される条件が付加される。

【0086】

【数21】 $\tau < t_c < t_j$

【0087】上記数21に、上記数16及び上記数6を適用すると、下記の数22及び数23が得られる。

【0088】

【数22】 $Vf < \mu f \cdot g \cdot \tau + V$

【0089】

【数23】 $Vf > \mu f \cdot g \cdot \{\tau + V / (\mu \cdot g)\}$

【0090】なお、数23は、先行車が加速( $\mu f \cdot g < 0$ )している場合には当然に成立する。また、上記数19及び上記数20の実施条件には、上記数11の条件( $Vf \geq Vf0$ )が付加される。

【0091】(4) 空走時間 $\tau$ が経過する前に自車が先行車に最接近する場合

図9は、空走時間 $\tau$ が経過する前に自車が先行車に最接近する場合における同自車及び同先行車の時間に対する車速変化を示し、図10は同場合における同自車及び同先行車の時間に対する位置変化を示している。この場合においても、自車が先行車に最接近するのは、自車の速度 $V^-$ と先行車の速度 $Vf^-$ が等しい速度 $V_s$ となった場合である。両車の速度が等しい速度 $V_s$ となる時間を $t_c$ とすると、自車の速度 $V^-$ は速度 $V$ 一定であるから、先行車の速度を考慮して下記数24が成立する。

【0092】

【数24】 $V = Vf - \mu f \cdot g \cdot t_c$

【0093】一方、時間 $t_c$ 後の先行車の位置 $D_f$ は、上記数2及び図10から明らかなように、下記数25に

より表される。

【0094】

【数25】

$D_f = D + Vf \cdot t_c - (\mu f \cdot g \cdot t_c^2) / 2$

【0095】また、時間 $t_c$ 後の自車の位置 $D_j$ は、図10から下記数26により表される。

【0096】

【数26】 $D_j = V \cdot t_c$

【0097】従って、数24～数26により、変数 $t_c$ を消去すれば最接近距離 $d_{min}$ は下記数27により表される。

【0098】

【数27】

$d_{min} = D - (V - Vf)^2 / \{-2 \cdot (\mu f \cdot g)\}$

【0099】このとき、最接近時速度 $V_s$ は、下記数28のように、当然に自車の速度 $V$ と等しい。

【0100】

【数28】 $V_s = V$

【0101】上記数27及び数28の実施条件は、空走時間 $\tau$ の経過前に時間 $t_c$ が経過すること( $t_c \leq \tau$ )であるから、下記数29が該当する。また、現時点での先行車の速度 $Vf$ が相対速度センサの検出精度 $Vf0$ を超えていること、現時点の先行車の速度 $Vf$ が自車の速度 $V$ より小さいこと、先行車が加速中であることから、下記数30～下記数32となる。

【0102】

【数29】 $Vf \geq \mu f \cdot g \cdot \tau + V$

【0103】

【数30】 $Vf \geq Vf0$

【0104】

【数31】 $Vf < V$

【0105】

【数32】 $\mu f < 0$

【0106】以上をまとめると、下記表1に示したようになる。また、図11は横軸に先行車の減速度 $\mu f \cdot g$ を、縦軸に同先行車の速度 $Vf$ をとって、上記各場合分け(1)～(4)の領域を示したものである。

【0107】

【表1】

状況		実施条件	領域	$d_{min}$ :最接近距離 $V_s$ :最接近時速度
前車停止後に追突		$Vf \geq Vf0$ [Km/h] $\mu f \geq 0$ $Vf \leq \mu f \cdot g \cdot (\tau + V / (\mu \cdot g))$	(1)	$d_{min} = \{D + Vf^2 / (2\mu f \cdot g)\} - \{V \cdot \tau + V^2 / (2\mu \cdot g)\}$ $V_s = 0$
		$ Vf  < Vf0$ [Km/h]	(2)	$d_{min} = D - \{V \cdot \tau + V^2 / (2\mu \cdot g)\}$ $V_s = 0$
前車走行中に追突	空走時間後に接近	$Vf \geq Vf0$ [Km/h] $Vf < \mu f \cdot g \cdot \tau + V$ $Vf > \mu f \cdot g \cdot (\tau + V / (\mu \cdot g))$	(3)	$d_{min} = D - \{(V + \mu \cdot g \cdot \tau - Vf)^2 / (2 \cdot (\mu - \mu f)g) - \mu \cdot g \cdot \tau^2 / 2\}$ $V_s = (\mu f \cdot V - \mu \cdot Vf + \mu \cdot \mu f \cdot g \cdot \tau) / (\mu f - \mu)$
	空走時間中に接近	$Vf \geq Vf0$ [Km/h] $\mu f < 0, Vf < V$ $Vf \geq \mu f \cdot g \cdot \tau + V$	(4)	$d_{min} = D - \{(V - Vf)^2 / (-2\mu f \cdot g)\}$ $V_s = V$

【0108】ここで、上記空走時間 $\tau$ 、及び自車想定減速度 $\mu \cdot g$ について説明する。上述したように、本実施形態においては、先ず一次警報を行って運転者に制動操作を促し、次いで二次警報を行うことで運転者に制動操作を更に促し、二次警報によっても制動操作がなされない場合には、自動的に制動装置を作動させる介入制動を行う。

【0109】(空走時間 $\tau$ )このことを考慮して、一次警報用空走時間 $\tau$ (第1空走時間)は運転者が通常の運転操作の中で最も緊迫したタイミングで制動操作を行う場合に基づいて設定する。二次警報用空走時間 $\tau$ (第2空走時間)は運転者が緊急の運転操作の中で最も緊迫したタイミングで制動操作を行う場合に基づいて設定する。介入制動用空走時間 $\tau$ (第2又は第3空走時間)は運転者の制動操作によらない自動制動動作を前提として設定する。

【0110】より具体的に述べると、空走時間 $\tau$ には、少なくとも、図1に示したセンサ11~21等及び電気制御装置10が、先行車及び自車の状態等(特に、先行車の減速度 $\mu_f \cdot g$ )を認識する時間と一次、二次警報又は介入制動の必要性を判断するために必要とする演算処理時間の和( $\tau_1$ )と、電気制御装置10がブレーキアクチュエータ40に対して制動力を発生させるように指示信号を出力してから実際にブレーキ油圧が上昇して制動力が発生し始めるまでの時間( $\tau_2$ )が含まれる。

【0111】そこで、本実施形態においては、一次警報用、及び二次警報用空走時間 $\tau$ は、ブレーキペダルが操作されている(ブレーキスイッチ信号STOPの値が「1」)場合、上記 $\tau_1$ と $\tau_2$ の和とした。

【0112】 $\tau_1$ はブレーキペダルが操作されている場合であっても、必ず必要な時間である。換言すると、センサ系の認識遅れ、電気制御装置10を構成するマイクロコンピュータ系の演算遅れ等の理由により、同マイクロコンピュータが現時点( $t=0$ )において認識している先行車及び自車の状態等(先行車の速度 $V_f$ 、先行車の減速度 $\mu_f \cdot g$ 、自車の速度 $V$ 、自車の減速度 $\mu \cdot g$ 、車間距離 $D$ 等)は実際には所定の遅れ時間前の値である。従って、警報や介入制動の必要性を判断するには、前記所定の遅れ時間だけ過去に遡った時点において将来を予測する必要がある、この遡る時間が経過する期間は自車は空走しているから(実際には、すでに空走してしまっている)、この遡る時間が $\tau_1$ として設定されるのである。

【0113】他方、ブレーキペダルが操作されていない場合の一次警報用空走時間 $\tau$ は、上記 $\tau_1$ と $\tau_2$ の和に更に運転者がブレーキペダルの操作を開始するまでの時間を加えた時間よりも大きな値を上記ダイヤルスイッチ14によって選択できるようにした(図12を参照)。また、ブレーキペダルが操作されていない場合の二次警報用空走時間 $\tau$ は、上記 $\tau_1$ と $\tau_2$ の和に更に運転者が

ブレーキペダルの操作を開始するまでの時間を加えた所定の一定値(固定値)とした。介入制動用空走時間 $\tau$ は上記 $\tau_1$ と $\tau_2$ の和とした。

【0114】(自車想定減速度 $\mu \cdot g$ )上述したように、一次警報は、運転者に制動操作を最初に促す警報であるから、同警報により運転者が通常の制動操作を行えば安全に減速できるタイミングで発生される必要がある。このことから、一次警報用自車想定減速度 $\mu \cdot g$ は、運転者が通常の運転操作において実現する減速度のうちの比較的大きな値を上記ダイヤルスイッチ14によって選択できるようにした。比較的大きな値を採用するのは、自車想定減速度 $\mu \cdot g$ が小さすぎると警報が早期に発生することになり、運転者が同警報を煩わしく感じることがあるからである。なお、図12に示したように、自車想定減速度 $\mu \cdot g$ は、実際にはダイヤルスイッチ14により係数 $K$ が選択され、これに後述する方法で求められる実際の路面摩擦係数 $\mu_{\max}$ が乗じられることにより決定されるようになっている。即ち、自車想定減速度 $\mu \cdot g$ は、下記の数33により求められる。

【0115】

$$\text{【数33】 } \mu \cdot g = K \cdot \mu_{\max} \cdot g$$

【0116】これに対し、二次警報は、運転者に制動操作を強く促す警報であり、同二次警報によって制動操作がなされない場合には直ちに介入制動を行わなければならないタイミングで発生される。従って、二次警報用の自車想定減速度 $\mu \cdot g$ は介入制動用の自車想定減速度 $\mu \cdot g$ と等しい値であって、一次警報用自車想定減速度 $\mu \cdot g$ よりも大きな減速度(即ち、運転者による通常の制動操作を越える程度の大きな減速度)とした。即ち、二次警報用、及び介入制動用の係数 $K$ は、互いに等しい「1」より小さい値であり(例えば、0.6)、一次警報用の係数 $K$ よりも大きい値に設定した。

【0117】なお、上記数33から明かなように、最大減速度は係数 $K$ が「1」のときに得られる。これに対し、本実施形態においては、二次警報用、及び介入制動用の係数 $K$ を「1」より小さい値としている。これは、先行車の減速度が増加した場合に、運転者による制動操作等により自車の減速度をさらに増加できる余地を残すためである。

【0118】上記係数 $K$ の値は、例えば、路面摩擦係数 $\mu_{\max}$ が小さいほど大きなように、同路面摩擦係数 $\mu_{\max}$ に応じて変更するように構成してもよい。運転者は滑り易い路面(路面摩擦係数 $\mu_{\max}$ が小さい路面)を走行していても、概して通常路面走行時と同じ感覚で制動操作を行うので、滑り易い路面の減速度は通常路面での制動時における減速度に近い値になる。このため、滑り易い路面での係数 $K$ は、通常路面での係数 $K$ より大きくなる。従って、上記のように一次、二次警報用、及び介入制動用の係数 $K$ を路面摩擦係数 $\mu_{\max}$ が小さいほど大きく設定することで、実際の運転に合致した一次警報、

二次警報、又は介入制動を行うことができる。

【0119】ところで、一次警報は、運転者が通常の運転操作（制動操作）を行っている限り発生しないことが望ましい。一方、一次警報は、極力早期に発生させることが好適である。実験の結果によれば、空走時間 $\tau$ の一部である運転者のアクセルペダルからブレーキペダルへの踏み換え時間は運転者によって異なり、踏み換え時間の長い運転者は一般に減速度の小さい制動を行うとともに、車頭距離（車頭時間 $T_d$ ）を大きめに維持する。そこで、本実施形態は、上述したように一次警報用の車頭時間 $T_d$ 、空走時間 $\tau$ 、係数 $K$ （従って、想定減速度 $\mu \cdot g$ ）を、ダイヤルスイッチ14により変更可能とし、一次警報のタイミングを各運転者の特性に合致させ得るように構成した（図12を参照）。

【0120】なお、通常の運転中において運転者のアクセルペダルからブレーキペダルへの踏み換え時間を検出可能に構成しておき、同踏み換え時間に基づいて空走時間 $\tau$ 、車頭時間 $T_d$ 、及び係数 $K$ を自動的に変更するように構成してもよい。更に、上記検出した踏み換え時間の最小値と、検出した減速度の最大値を学習し、この結果から、車頭時間 $T_d$ 、空走時間 $\tau$ 、係数 $K$ を自動的に変更するように構成してもよい。更に、定速走行装置の作動時は非作動時よりも空走時間 $\tau$ が長めになるものとして学習したり、路面摩擦係数 $\mu_{max}$ が小さいほど係数 $K$ は大きくなるものとして学習するように構成してもよい。

【0121】（適正車間距離 $D_t$ ）次に、適正車間距離 $D_t$ について述べる。上述したように、一次警報、二次警報、及び介入制動は、上記数8、数12、数19、及び数27によって求めた最接近距離 $d_{min}$ が適正車間距離 $D_t$ より小さくなったとき（ $d_{min} < D_t$ ）に実行されるようになっている。このことから、適正車間距離 $D_t$ は、先行車に追従走行している状況において、同先行車が制動により減速した場合でも所定の反応時間後に同等の制動を行えば安全が確保できる（安全に停止できる）という考えに基づいて決定されている。換言すると、適正車間距離は、前記自車が前記先行車と略同一の速度で追従走行している場合に同先行車が所定の減速度にて減速を開始した時点から所定時間が経過した後に同先行車の減速度と等しい減速度にて減速を開始すれば同先行車との間に所定の距離を残して停止できる距離となるように決定され、具体的には下記数34による。この数34は、上記数8において、先行車の速度 $V_f$ と自車の速度 $V$ とを共に $V_s$ と置き、先行車の減速度 $\mu_f \cdot g$ と自車の想定減速度 $\mu \cdot g$ とを同一の値とし、最接近距離 $d_{min}$ を $d_0$ としたときに得られる式（ $d_0 = D - V_s \cdot \tau$ ）からも類推される式である。

【0122】

【数34】  $D_t = T_d \cdot V_s + d_0$

【0123】上記数34において、 $T_d$ は車頭時間であ

って、先行車と（略）同一の速度にて追従走行している場合に、運転者が通常維持する自車と先行車との車間距離をその時点の自車の速度 $V$ で除した値である。実験によれば、追従走行している場合に運転者が確保する車間距離はそのときの車速に応じて変化するが、同車間距離を同車速で除した車頭時間 $T_d$ は、運転者が同一である限り変化が小さい（略一定である）ことが判明した。従って、本実施形態においては、最接近時速度 $V_s$ が変化しても適正な車間距離（運転者が通常の運転時において維持する車間距離に近似した距離）を確保するために、車頭時間 $T_d$ なる概念を導入した。従って、数34における値 $T_d \cdot V_s$ は車頭距離と呼ぶことがある。

【0124】本実施形態においては、最初に一次警報、次いで二次警報、最後に介入制動を行う。従って、車頭時間 $T_d$ は、一次警報用の車頭時間 $T_d$ （第1時間）が最も大きく、次いで二次警報用の車頭時間 $T_d$ （第2時間）が大きく、介入制動用の車頭時間 $T_d$ （第3時間）が最も小さくなるように設定してある。また、一次警報用の車頭時間 $T_d$ は、図12に示したように、上記ダイヤルスイッチ14を操作することでドライバーの個人差に応じて変更できるようになっている。具体的には、二次警報用車頭時間 $T_d$ は一次警報用車頭時間 $T_d$ の最小値以下の一定値、介入制動用車頭時間 $T_d$ は、二次警報用車頭時間 $T_d$ 以下の一定値に設定されている。なお、一次警報用の車頭時間 $T_d$ で定まる適正車間距離を第1適正車間距離、二次警報用の車頭時間 $T_d$ で定まる適正車間距離を第2適正車間距離、介入制動用の車頭時間 $T_d$ で定まる適正車間距離を第3適正車間距離と呼ぶこともできる。

【0125】一方、上記数34における値 $d_0$ は余裕車間距離と呼ばれる一定停止距離を確保するための距離（例えば、停止した先行車に対して自車を停止させたときに、同先行車と同自車との間に存在すべき距離）であって、本実施形態においては所定の一定値（例えば、1.5m）とした。また、この余裕車間距離 $d_0$ は、上記複数のセンサの検出誤差分を考慮して決定した。

【0126】以上により、追突を回避するための一次警報、二次警報（及び介入制動）を実行すべきか否かが判断されるが、更に、本実施形態においては、正面衝突に対する一次警報、及び走行中の割込み車両に対する車間距離確保のための一次警報、二次警報、及び介入制動を行うようになっている。以下、これらについて説明する。

【0127】（5）正面衝突

正面衝突においては、下記数35及び数36のように最接近距離 $d_{min}$ 、及び最接近時速度 $V_s$ を設定し、上記一次警報、二次警報、及び介入制動を行う。また、実施条件は数37に示す通りである。なお、この場合、車頭時間 $T_d$ は自車のステアリング操作による車線移動時間に基づく固定値又は可変値とする。空走時間 $\tau$ 及び係数 $K$ については、上記一次警報の場合と同じ値を用いる。

【0128】

【数35】 $d_{min}=D$ 

【0129】

【数36】 $V_s=V-V_f$ 

【0130】

【数37】 $V_f < -V_{f0}$ 

【0131】(6) 割り込み車両対策

図13に示したように、自車を追い抜いた車両等が自車の前方に割り込む場合がある。このような場合、上記

(1)～(4)にて説明した実施条件の何れかが成立すれば、一次警報、二次警報、及び介入制動は上記の通りに判定されて実行される。しかしながら、上記(1)～(4)にて説明した実施条件の何れもが成立しない場合には、車間距離Dが小さい場合であっても上記警報、或いは介入制動は実行されない。そこで、本実施形態においては、上記(1)～(4)の実施条件が満足されない場合(図11の領域(6)を参照)、下記数38及び下

記数39に示したように、最接近距離 $d_{min}$ 、及び最接近時速度 $V_s$ を設定し、最接近距離 $d_{min}$ が適正車間距離Dtより小さくなったとき上記一次警報、二次警報、及び介入制動を行う。なお、この場合、車頭時間Td、空走時間 $\tau$ 、及び係数Kについては、上記一次警報、二次警報、及び介入制動の場合と同じ値を用いる。

【0132】

【数38】 $d_{min}=D$ 

【0133】

【数39】 $V_s=V$ 

【0134】以上に述べた正面衝突及び割り込み車両対策についてまとめると、下記表2に示したようになる。上記正面衝突及び上記割り込み車両対策の領域は、図11においてそれぞれ(5)、(6)にて示した部分となる。

【0135】

【表2】

状況	実施条件	領域	$d_{min}$ :最接近距離 $V_s$ :最接近時速度
正面衝突	$V_f < -V_{f0}$	(5)	$d_{min}=D$ $V_s=V-V_f$ Td はリアクティブによる車線移動時間とする
割り込み車両 対応	他の実施条件以外	(6)	$d_{min}=D$ $V_s=V$

【0136】(目標減速度GT)次に、一次警報、二次警報のブレーキアシスト制御、又は介入制動において使用する目標減速度GTの求め方について説明する。この目標減速度も、上記(1)～(4)の場合に分けて決定する必要がある。

【0137】(1) 先行車が先に停止し自車が続いて停止する場合

この場合、最接近時の速度 $V_{sl}$ は「0」であるから、上記数34より下記数40が得られる。

【0138】

【数40】 $D_t=d_0$ 

【0139】この適正車間距離Dtが得られる目標減速度GTを $\mu r \cdot g$ とすると、上記数8から下記数41が成立し、これを目標減速度GTである $\mu r \cdot g$ について計算すると下記数42が得られる。

【0140】

【数41】 $d_0 = \{D + V_f^2 / (2 \cdot \mu f \cdot g)\} - \{V \cdot \tau + V^2 / (2 \cdot \mu r \cdot g)\}$

【0141】

【数42】 $\mu r \cdot g = \mu f \cdot g \cdot V^2 / \{V_f^2 + 2 \cdot \mu f \cdot g (D - V \cdot \tau - d_0)\}$

【0142】なお、数42の右辺における空走時間 $\tau$ は、認識・処理遅れ時間のみを考慮して上記 $\tau_1$ とする。

【0143】(2) 先行車が当初から停止している場合(静止物である場合)

この場合も、最接近時の速度 $V_{sl}$ は「0」であるから上記数40が成立する。従って、上記数40及び上記数12から、下記数43が得られ、この数43を目標減速度GTである $\mu r \cdot g$ について計算すると下記数44が得られる。

【0144】

【数43】

$$d_0 = D - \{V \cdot \tau + V^2 / (2 \cdot \mu r \cdot g)\}$$

【0145】

【数44】 $\mu r \cdot g = V^2 / 2 (D - V \cdot \tau - d_0)$

【0146】なお、数44の右辺における空走時間 $\tau$ についても、認識・処理遅れ時間のみを考慮して上記 $\tau_1$ とする。

【0147】(3) 走行中の先行車に自車が最接近する場合

この場合、最接近時の速度 $V_{sl}$ は、上記数20で表されている。従って、適正車間距離Dtは、上記数34より、下記数45により示される。

【0148】

【数45】 $D_t = T_d \cdot \{(\mu f \cdot V - \mu \cdot V_f + \mu \cdot \mu f \cdot g \cdot \tau) / (\mu f - \mu)\} + d_0$

【0149】従って、上記数45の右辺と、上記数19において値 $\mu \cdot g$ を目標減速度GTである値 $\mu r \cdot g$ に置換した式から、同値 $\mu r \cdot g$ について解くと、下記数46が得られる。なお、空走時間 $\tau$ は上記センサ及び電気制御装置の処理認識時間の遅れ分 $\tau_1$ のみとし、車頭

時間Tdは一次警報を実施すべきか否かの判断に用いる値（ダイヤルスイッチ14による設定値）とする。

【0150】

$$\text{【数46】 } \mu r \cdot g = (\mu f \cdot g \cdot (D - V \cdot Td - d0) + (Vf - V)^2 / 2) / B$$

【0151】ただし、上記数46において、値Bは、下記数47による。

【0152】

$$\text{【数47】 } B = D - (Vf - \mu f \cdot g \cdot \tau) \cdot Td + (Vf - V) \cdot \tau - (\mu f \cdot g \cdot \tau^2) / 2 - d0$$

【0153】上記数46における値Bは、自車が先行車に接近するにつれ小さい値となり、その結果、先行車の速度Vf、及び前者の減速度 $\mu f$ のノイズ等による測定誤差が目標減速度GTの値 $\mu r \cdot g$ に大きく反映され、同値 $\mu r \cdot g$ が不正確（不安定）になることがある。そこで、本実施形態においては、上記値Bが所定値B0（例えば、2m）以上であって、且つ、上記数46による $\mu r \cdot g$ が、一次警報、二次警報、及び介入制動を実行すべきか否かの判断においてそれぞれ使用した自車想定減

速度 $\mu \cdot g$ （ $=K \cdot \mu_{\max} \cdot g$ ）より大きい場合にのみ、同数46に示した $\mu r \cdot g$ を目標減速度GTとし、その他の場合には自車想定減速度 $\mu \cdot g$ （ $=K \cdot \mu_{\max} \cdot g$ ）を目標減速度GTとする。これによれば、目標減速度GTが自車想定減速度 $\mu \cdot g$ より小さくなることはないで、衝突を確実に回避することが可能である。

【0154】（4）空走時間 $\tau$ が経過する前に自車が先行車に最接近する場合

この場合、空走時間 $\tau$ が経過する前に先行車に追突する惧れがあることから、目標減速度GTの値 $\mu r \cdot g$ は、下記数48により求める。なお、係数Kは、一次警報、二次警報、及び介入制動のそれぞれを実施すべきか否かを判定する際に使用する値とする。

【0155】

$$\text{【数48】 } \mu r \cdot g = K \cdot \mu_{\max} \cdot g$$

【0156】以上をまとめると、下記表3の通りとなる。

【0157】

【表3】

状況	領域	目標減速度GT( $\mu r \cdot g$ )の計算式	備考
前車停止後に追突	(1)	$\mu r \cdot g = \mu f \cdot g \cdot V^2 / (Vf^2 + 2 \cdot \mu f \cdot g \cdot (D - V \cdot \tau - d0))$	$\tau = \tau 1$ : 認定判断処理遅れのみ
静止物に追突	(2)	$\mu r \cdot g = V^2 / (2(D - V \cdot \tau - d0))$	$\tau = \tau 1$ : 認定判断処理遅れのみ
前車走行中に追突	空走時間後に接近	$B = D - (Vf - \mu f \cdot g \cdot \tau) \cdot Td + (Vf - V) \cdot \tau - (\mu f \cdot g \cdot \tau^2) / 2 - d0$ として、 $\mu r 1 \cdot g = (\mu f \cdot g \cdot (D - V \cdot Td - d0) + (Vf - V)^2 / 2) / B$ $\mu r 2 \cdot g = K \cdot \mu_{\max} \cdot g$ if ( $B \geq 2m$ & $\mu r 1 \cdot g \geq \mu r 2 \cdot g$ ) $\mu r \cdot g = \mu r 1 \cdot g$ else $\mu r \cdot g = \mu r 2 \cdot g$	$\tau = \tau 1$ : 認定判断処理遅れのみ Td=一次警報のダイヤル選定値のTdを使用 : 一次警報の車間距離確保距離確保のため
	空走時間中に接近	(4) $\mu r \cdot g = K \cdot \mu_{\max} \cdot g$	Kは一次警報、二次警報、介入制動（実施判断時）の値
割込車両対策	-	$\mu r \cdot g = K \cdot \mu_{\max} \cdot g$	Kは一次警報、二次警報、介入制動（実施判断時）の値

【0158】（5）正面衝突

この場合、介入制動は行わないため、目標減速度GTは「0」である。

【0159】（6）割込み車両対策

この場合、目標減速度GTは上記数48を使用する。但し、係数Kは、一次警報、二次警報、及び介入制動のそれぞれを実施すべきか否かを判定する際に使用する値とする。

【0160】次に、上記電気制御装置10の作動につい

て説明する。上記電気制御装置10のCPU10aは、上記原理に基づいて一次警報、二次警報、及び介入制動等を行うために、図14～図23のフローチャートにより示したプログラムを実行する。

【0161】まず、自車が停車した状態でイグニッションスイッチがオン状態に変更されることにより電気制御装置10の電源が投入されると、CPU10aは図14に示したメインルーチンの実行をステップ1400から開始し、続くステップ1405にて各種フラグ等の初期

化処理を行い、ステップ1410に進んで状態変数MODEの値を「0」とする。次いで、CPU10aは、ステップ1415に進んで、上記各種センサ及びスイッチ11～21から信号を取得するとともに所定の演算を行い、車間距離D、先行車の速度Vf、先行車の減速度 $\mu f \cdot g$ 、自車の速度V、自車の減速度 $\mu \cdot g$ 、ブレーキスイッチ信号STOP、シフトレバー位置信号POS、ダイヤルスイッチ選択位置信号ST、路面摩擦係数 $\mu_{\max}$ 、実際の減速度GD、路面勾配 $\theta$ 等を取得する。先行車の速度Vfと先行車の減速度 $\mu f \cdot g$ 等は、先行車の走行状態を表わす。自車の速度V、自車の減速度 $\mu \cdot g$ 、ブレーキスイッチ信号STOP、シフトレバー位置信号POS等は、自車の走行状態を表わす。

【0162】先行車の速度Vfは、相対速度センサ13の出力信号RVに自車の速度Vを加えることにより求められる。先行車の減速度 $\mu f \cdot g$ は、先行車の速度Vfから所定時間前の先行車の速度Vfoldを減算した値を同所定時間で除した値に基づいて求められる。自車の減速度 $\mu \cdot g$ は、自車の速度Vから所定時間前の先行車の速度Voldを減算した値を同所定時間で除した値に基づいて求められる。

【0163】路面摩擦係数 $\mu_{\max}$ は、例えば、特開平11-78843号公報に記載されているように、車輪速度センサ18～21の信号に基づいて得られる車輪速度の所定の振動成分に基づいて求められる。なお、路面摩擦係数 $\mu_{\max}$ は、特開平11-91539号公報に記載されているように、制動力がステップ的に変化したときの車輪速度の応答成分の減衰特性に基づいて求めてもよく、超音波又はミリ波等を路面前方に照射しその後方散乱波に基づいて推定してもよい。実際の減速度GDは、加速度センサ15の出力する加速度信号Gに基づいて求められる。また、路面勾配 $\theta$ （降坂角度）は、下記数49に基づいて求められる。

【0164】

【数49】

$$G = dV/dt + g \cdot \sin \theta = (-\mu \cdot g) + g \cdot \sin \theta$$

【0165】次に、CPU10aはステップ1420に進み、同ステップ1420にて状態変数MODEの値を調べ、状態変数MODEの値に応じたモード（サブルーチン）に進む。現段階では、状態変数MODEの値は「0」に設定されているから、CPU10aはステップ1425に進んで図15示したMODE-0（停車モード）のサブルーチンの実行をステップ1500から開始する。

【0166】（MODE-0…停車モード）MODE-0に入ると、CPU10aはステップ1505に進み、自車の速度Vが所定速度（ここでは、4km/h）より大きく、且つシフトレバースイッチ16の信号POSがパーキング位置P又はリバース位置Rの何れでもないか否かを判定し、これにより、自車が走行状態にあるか否かを判定する。現段階においては車両は停車しているから、自車の速度

Vは所定速度以下であるか、又はシフト位置がパーキング位置P又はリバース位置Rである。従って、CPU10aはステップ1505にて「No」と判定しステップ1510に進み、同ステップ1510にて音声及び画像を「なし」とする。次いで、CPU10aはステップ1515にて目標減速度GTを「0」としてステップ1595に進み、同ステップ1595を経由して図14のフローチャートのステップ1430に戻る。

【0167】CPU10aは、ステップ1430にて、警報装置30に対する警報音及び警報画像の出力処理を行う。この場合、先の図15のステップ1510にて警報音及び画像が「なし」に設定されているので、前記ステップ1430の実行により警告音の発音及び警報画像の表示が警報装置30からなされることはない。

【0168】次いで、CPU10aはステップ1435に進み、目標減速度GT（ $=\mu r \cdot g$ ）に基づく出力処理を行う。具体的には、CPU10aは加速度センサ15から得られる実際の減速度GDと目標減速度GTとを比較し、実際の減速度GDの絶対値が目標減速度GTの絶対値より小さい場合にはブレーキアクチュエータ40に対して制動油圧を高めるための指示信号を出力し制動力を増大する。また、実際の減速度GDの絶対値が目標減速度GTの絶対値より大きい場合にはブレーキアクチュエータ40に対して制動油圧を減少させるための指示信号を出力し制動力を減少する。ただし、運転者によってブレーキペダルが操作されている場合の実際の減速度GDが目標減速度GTより大きい場合には、ブレーキアクチュエータ40に対する指示信号によって制動力を減少することは行わない。

【0169】なお、加速度センサ15は車両の前後方向の加速度を検出するため、自車が傾斜路面を走行している場合には、その影響が出力に現れる。従って、この場合には、下記数50に基づいて目標減速度GT（ $=\mu r \cdot g$ ）を補正する。

【0170】

$$\text{【数50】 } \mu r \cdot g = (\mu r (\text{補正前}) + \sin \theta) \cdot g$$

【0171】現段階においては、先の図15のステップ1515にて目標減速度GTは「0」に設定されているから、ステップ1435の実行によりブレーキアクチュエータ40に対して指示信号が出力されることはない。その後、CPU10aはステップ1415に戻る。以降、車両が停止している限り（図15のステップ1505にて「No」と判定される状態が継続している限り）、CPU10aは上述の処理を繰り返し実行する。

【0172】次に、自車が走行を開始した場合について説明する。この場合、車速が所定車速（4km/h）となるか、またはシフトレバー位置がパーキング位置P又はリバース位置R以外の位置（例えば、ドライブ位置D）になっている。このため、CPU10aは図14のステップ1425を介して図15のステップ1505に

進んだとき、同ステップ1505にて「Yes」と判定してステップ1520に進み上記状態変数MODEの値を「1」に設定する。

【0173】その後、CPU10aはステップ1510、1515、1595を経由して図14のステップ1430に戻り、同ステップ1430及びステップ1435の処理を実行する。この場合、上記1510、1515にて音声及び画像が「なし」とされるとともに目標減速度GTが「0」に設定されていることから、ステップ1430、1435の処理が行われても警告音及び画像が発生されることはなく、またブレーキアクチュエータ40に指示信号が送出されることはない。

【0174】(MODE-1…非警報モード)次いで、CPU10aは、図14のステップ1415の処理を実行し、ステップ1420にて状態変数MODEの値を調べる。この場合、状態変数MODEの値は「1」に設定されているから、CPU10aはステップ1440に進んで図16に示したMODE-1(非警報モード)のサブルーチンの処理をステップ1600から開始する。

【0175】即ち、CPU10aはステップ1605に進み、自車の速度Vが所定速度(ここでは、4km/h)より大きく、且つシフトレバースイッチ16の信号POSがパーキング位置P又はリバース位置Rの何れでもないか否かを判定し、これにより、自車が走行状態にあるか否かを判定する。現段階においては車両は走行状態にあるから、CPU10aはステップ1605にて「Yes」と判定しステップ1610に進み、同ステップ1610にて図17に示した警報・介入発令判断サブルーチンの処理をステップ1700から開始する。

【0176】続いて、CPU10aはステップ1705に進み、同ステップ1705にて介入制動用のパラメータを設定する。具体的には、空走時間 $\tau$ に上記介入制動用空走時間 $\tau$ 、自車想定減速度 $\mu \cdot g$ に上記介入制動用自車想定減速度 $\mu \cdot g (=K \cdot \mu_{\max} \cdot g)$ 、及び車頭時間Tdに上記介入制動用車頭時間Tdを設定する。

【0177】次に、CPU10aはステップ1710に進み、同ステップ1710にて図18に示した警報判断サブルーチンの処理をステップ1800から開始し、ステップ1805に進んで先行車の速度Vfが上記所定速度Vf0の符号を反転した車速(例えば、-6km/h)より小さいか否かを判定する。このとき、先行車の速度Vfが上記所定速度Vf0の符号を反転した前記車速より小さいと、上記数37が成立したことになり、CPU10aは前記ステップ1805にて「Yes」と判定してステップ1810に進み、上記数35及び上記数36に従って最接近距離dmin及び最接近時速度Vsを設定して、ステップ1815に進む。これにより、上記(5)にて説明した正面衝突に対する警報判断の準備がなされる。

【0178】上記ステップ1805の判断時点におい

て、先行車の速度Vfが上記所定車速Vf0の符号を反転した車速以上である場合、CPU10aは同ステップ1805にて「No」と判定し、ステップ1820に進んで先行車の車速Vfが上記所定車速Vf0(例えば、+6km/h)より小さいか否かを判定する。

【0179】このとき、先行車の車速Vfが上記所定車速Vf0より小さいと、上記数13が成立したことになる(ステップ1805参照)。この場合、CPU10aはステップ1825に進み、上記数12に従って最接近距離dminの値を設定するとともに、最接近時速度Vsを「0」とし、ステップ1815に進む。これにより、上記(2)にて説明した先行車が当初から停止している場合に対する警報判断の準備がなされる。

【0180】上記ステップ1820の判断時点において、先行車の車速Vfが上記所定車速Vf0以上である場合には、CPU10aは同ステップ1820にて「No」と判定し、ステップ1830に進んで現時点の状態が上記数9及び数10を満足しているか否かを判定する。

【0181】このとき、上記数9及び数10が満足されていると、上記数9～数11の総てが満足されていることになり(ステップ1820参照)、CPU10aはステップ1830にて「Yes」と判定してステップ1835に進み、上記数8に従って最接近距離dminの値を設定するとともに、最接近時速度Vsを「0」とし、ステップ1815に進む。これにより、上記(1)にて説明した先行車が先に停止し自車が続けて停止する場合に対する警報判断の準備がなされる。

【0182】上記ステップ1830の判断時点において、上記数9又は数10の何れかが満たされていない場合には、CPU10aは同ステップ1830にて「No」と判定し、ステップ1840に進んで現時点の状態が上記数22を満足しているか否かについて判定する。

【0183】このとき、上記数22が満足されていると、上記数23は上記ステップ1830にて満足されていると判断されており、上記ステップ1820にて上記数11の条件( $Vf \geq Vf0$ )が満足されていると判断されているから、上記数19及び上記数20に対する総ての実施条件(上記数22、数23、数11)が満足されていることになる(なお、 $\mu f < 0$ の場合には上記数23は成立する)。従って、CPU10aはステップ1840からステップ1845に進んで上記数19に従って最接近距離dminの値を設定するとともに、上記数20に従って最接近時速度Vsの値を設定し、ステップ1815に進む。これにより、上記(3)にて説明した空走時間 $\tau$ が経過した後に走行中の先行車に自車が最接近する場合に対する警報判断の準備がなされる。

【0184】上記ステップ1840の判断時点において、現時点の状態が上記数22を満足していない場合には、CPU10aは同ステップ1840にて「No」と

判定してステップ1850に進み、同ステップ1850にて現時点の状態が上記数31及び上記数32を満足しているか否かについて判定する。

【0185】このとき、上記数31及び数32が満足されていると、CPU10aはステップ1850にて「Yes」と判定してステップ1855に進む。この場合、上記数29は上記ステップ1840にて、上記数30はステップ1820にて満足されていると判定されているから、上記数29～数32の実施条件が満足されていることになる。従って、CPU10aはステップ1855にて上記数27に従って最接近距離 $d_{min}$ の値を設定するとともに、上記数28に従って最接近時速度 $V_s$ の値を設定し、ステップ1815に進む。これにより、上記(4)にて説明した空走時間 $\tau$ が経過する前に自車が先行車に最接近する場合に対する警報判断の準備がなされる。

【0186】上記ステップ1850の判断時点において、現時点の状態が上記数31又は上記数32の何れかを満足していない場合には、CPU10aはステップ1860に進んで、最接近距離 $d_{min}$ の値を現時点の車間距離 $D$ とするとともに、最接近時速度(最接近時車速) $V_s$ の値を自車の速度 $V$ とし、ステップ1815に進む。

これにより、上記(6)にて説明した割込み車両対策に  
に対する警報判断の準備がなされる。

【0187】CPU10aは、ステップ1815にて最接近距離 $d_{min}$ が適正車間距離 $D_t$ より小さい( $d_{min} < D_t$ )となったか否かを判定する。現時点においては、先の図17のステップ1705にて各パラメータが介入制動用のパラメータに設定されていることから、ステップ1815の判定は介入制動を実行すべきか否かを判定していることになる。そして、最接近距離 $d_{min}$ が適正車間距離 $D_t$ より小さい場合( $d_{min} < D_t$ )、CPU10aはステップ1815にて「Yes」と判定し、ステップ1870に進んで発令許可フラグ $F$ の値を「1」とし、ステップ1895を経由して図17のステップ1710に戻る。また、最接近距離 $d_{min}$ が適正車間距離 $D_t$ 以上の場合( $d_{min} \geq D_t$ )、CPU10aは上記ステップ1815にて「No」と判定してステップ1875に進み、同ステップ1875にて上記発令許可フラグ $F$ の値を「0」に設定した後ステップ1895を経由してステップ1710に戻る。

【0188】CPU10aは、ステップ1710に戻ると、上記発令許可フラグ $F$ の値を確認し、同フラグ $F$ の値が「1」であればステップ1715に進み、介入制動を許可する状態とし、ステップ1795に進む。一方、前記発令許可フラグ $F$ の値が「0」であればステップ1710からステップ1720に進み、同ステップ1720にて二次警報用のパラメータを設定する。即ち、空走時間 $\tau$ に上記二次警報用空走時間 $\tau$ 、自車想定減速度 $\mu \cdot g$ に上記二次警報用自車想定減速度 $\mu \cdot g$ 、及び車頭

時間 $T_d$ に上記二次警報用車頭時間 $T_d$ を設定する。

【0189】次いで、CPU10aはステップ1725に進み、上記ステップ1710と同様に図18に示した警報判断サブルーチンの処理を行う。この結果、現時点では先のステップ1720にて各パラメータに二次警報用の値が設定されていることから、二次警報を実行すべきか否かが判定され、二次警報を実行すべきときはステップ1870にて発令許可フラグ $F$ の値が「1」に設定され、実行すべきでないときはステップ1875にて同発令許可フラグの値が「0」とされる。

【0190】これにより、CPU10aがステップ1895を経由して図17のステップ1725に戻ったとき、前記発令許可フラグ $F$ の値が「1」であればステップ1730に進んで二次警報を許可する状態とし、ステップ1795に進む。一方、前記発令許可フラグ $F$ の値が「0」であればステップ1735に進み、同ステップ1735にて一次警報用のパラメータを設定する。即ち、CPU10aは、ダイヤルスイッチ14による選択位置信号 $ST$ と図12に示したテーブルとから選択されたパラメータに基づいて、空走時間 $\tau$ にブレーキ「オフ」(ブレーキスイッチ17の信号 $STOP$ が「0」のときであって、ブレーキ装置が非作動状態にあるとき)の一次警報用空走時間(第1空走時間) $\tau$ 、自車想定減速度 $\mu \cdot g$ に上記一次警報用自車想定減速度(第1自車想定減速度) $\mu \cdot g$ 、及び車頭時間 $T_d$ に上記一次警報用車頭時間(第1車頭時間) $T_d$ を設定する。

【0191】次いで、CPU10aはステップ1740に進み、上記ステップ1710と同様に図18に示した警報判断サブルーチンの処理を行う。この結果、現時点では先のステップ1735にて各パラメータに一次警報用の値が設定されていることから、一次警報を実行すべきか否かが判定され、一次警報を実行すべきときはステップ1870にて発令許可フラグ $F$ の値が「1」に設定され、実行すべきでないときはステップ1875にて同発令許可フラグの値が「0」とされる。

【0192】これにより、CPU10aがステップ1895を経由して図17のステップ1740に戻ったとき、前記発令許可フラグ $F$ の値が「1」であればステップ1745に進んで一次警報を許可する状態となる。一方、前記発令許可フラグ $F$ の値が「0」であればステップ1750に進み、同ステップ1750にて警報を「なし」とする状態とし、ステップ1795に進む。

【0193】CPU10aは、ステップ1795に進むと図16に示したステップ1610に戻り、同ステップ1610にて警報・介入発令判断サブルーチンの実行結果を調べ、同結果が一次警報又は二次警報を許可する状態である場合には、ステップ1615に進んで状態変数 $MODE$ の値を「2」とし、ステップ1620に進む。前記結果が介入制動を許可する状態であればステップ1625に進んで状態変数 $MODE$ の値を「3」とし、ステップ1

620に進む。前記結果が警報を「なし」とする状態であれば、そのままステップ1620に進む。

【0194】一方、自車が停止状態に戻った場合には、自車の速度Vが所定速度（ここでは、4km/h）以下となるか、又はシフトレバースイッチ16の信号POSがパーキング位置P又はリバース位置Rの何れかとなる。このため、CPU10aはステップ1605にて「No」と判定してステップ1635に進み、その後ステップ1620に進む。これにより、シフトレバー位置がパーキング位置P又はリバース位置Rにあるときは、一次警報、二次警報、及び介入制動が実行されないようになっている。

【0195】CPU10aは、ステップ1620にて音声及び画像を「なし」とし、ステップ1630に進んで目標減速度GTを「0」とした後、ステップ1695を経由して図14のフローチャートのステップ1430に戻る。

【0196】CPU10aは、上記ステップ1430にて、警報装置30に対する警報音及び警報画像の出力処理を行う。この場合においても、図16のステップ1620にて警報音及び画像が「なし」に設定されているので、前記ステップ1430の実行により警告音の発音及び警報画像の表示が警報装置30からなされることはない。また、CPU10aはステップ1435に進み、目標減速度GTに基づく出力処理を行うが、図16のステップ1630にて目標減速度GTは「0」に設定されているから、ステップ1435の実行によりブレーキアクチュエータ40に対して指示信号が出力されることはない。

【0197】その後、CPU10aはステップ1415に戻って上記各情報を取得（更新）し、ステップ1420にて状態変数MODEの値を調べる。このとき、図16のステップ1610の結果が警報なしの状態であれば、状態変数MODEの値は「1」に維持されているので、CPU10aはステップ1440に進み上述したMODE-1のサブルーチンを実行する。

【0198】他方、図16のステップ1615にて状態変数MODEの値が「2」に変更されている場合、CPU10aはステップ1445に進んで図19に示したMODE-2（警報モード）のサブルーチンの処理をステップ1900から開始する。また、先の図16のステップ1625にて状態変数MODEの値が「3」に変更されている場合、CPU10aはステップ1450に進んで図21に示したMODE-3（介入制動モード）のサブルーチンの処理をステップ2100から開始する。

【0199】（MODE-2…警報モード）いま、図17のステップ1725又はステップ1740により、二次警報又は一次警報を実行すべきであるという判定がなされ、これにより図16のステップ1615にて状態変数MODEの値が「2」に設定され、図14のステップ1420か

らステップ1445に進んだとして説明を続けると、CPU10aは、上述したように、図19に示したMODE-2（警報モード）のサブルーチンの処理をステップ1900から開始し、ステップ1905に進んで自車が停止し（ $V=0$ ）、且つブレーキペダルが操作され制動力が発生している状態にあるか否かをブレーキスイッチ信号STOPの値が「1」であるか否に基づいて判定する。

【0200】そして、自車が停止していて、且つブレーキペダルが操作されている場合、CPU10aはステップ1905にて「Yes」と判定してステップ1910に進み、同ステップ1910にて状態変数MODEの値を「0」とした後にステップ1915に進む。これにより、CPU10aの処理は、次の図14に示したメインルーチンの実行時にMODE-0（停車モード）に移行する。

【0201】一方、自車が停止していないか、又はブレーキペダルが操作されていない場合、CPU10aはステップ1905にて「No」と判定してステップ1920に進み、同ステップ1920にて障害物が依然として存在するか否かを、車間距離センサ12の発生するミリ波レーダの反射波の有無により判定する。そして、この段階でミリ波レーダの反射波が無ければ、CPU10aはステップ1920にて「No」と判定してステップ1925に進み、状態変数MODEの値を「1」としてステップ1915に進む。

【0202】また、依然として障害物が存在すると、CPU10aはステップ1920にて「Yes」と判定してステップ1930に進み、上記ステップ1735（図17）と同様に一次警報用のパラメータを設定する。そして、CPU10aは、ステップ1935に進んで図18の警報判断サブルーチンの処理を実行する。即ち、ステップ1930及びステップ1935により一次警報を実行すべき状態にあるか否かを判定する。換言すると、これらのステップにより、十分に安全な車間距離が確保されているか否かが判定される。なお、この場合の空走時間 $\tau$ はブレーキ「オフ」時（ブレーキ装置が非作動時）の値を用いる。

【0203】この結果、一次警報を実行すべき状態でなくなっていれば、発令許可フラグFの値は図18のステップ1875にて「0」に設定されるから、CPU10aはステップ1935からステップ1940に進み、同ステップ1940にて自車の速度Vが先行車の速度Vfからm（例えば5km/h）だけ小さな速度より小さい速度になっているか否かを判定する。これは、自車の速度Vが先行車の速度Vfよりも十分に小さい値になってMODE-2（警報モード）を終了しても安全であることを確認するためである。そして、自車の速度Vが先行車の速度Vfからmだけ小さな速度より小さい速度になっていれば、CPU10aはステップ1940にて「Yes」と判定してステップ1945に進み、同ステップ194

5にて状態変数MODEの値を「1」に設定し、その後ステップ1915に進む。ステップ1940を設けたのは、自車の速度Vが先行車の速度Vfからmだけ小さな速度より小さい速度になっていれば、ステップ1945に進んでMODE-2の警報モードを終了しMODE-1の非警報モードに入った直後において一次警報が再び実行されてしまう事態が確実に回避できるからである。

【0204】なお、上記ステップ1930にて、余裕車間距離d0を所定値 $d0\alpha$  ( $>0$ ) だけ大きく設定し、値 $d0+d0\alpha$ を図18のステップ1815のd0として使用することが望ましい。これによっても、ステップ1945に進んでMODE-2の警報モードを終了しMODE-1の非警報モードに入った場合に、一次警報が直後に実行されてしまう事態が確実に回避できる。

【0205】他方、一次警報を実行すべき状態である場合には、発令許可フラグFの値は図18のステップ1870にて「1」に設定されるから、CPU10aはステップ1935からステップ1950へと進み、同ステップ1950にて上記ステップ1705と同様に、介入制動用パラメータを設定する。また、自車の速度Vが先行車の速度Vfからmだけ小さな速度より小さな速度になっていなければ、CPU10aは上記ステップ1940にて「No」と判定して上記ステップ1950に進み介入制動用パラメータを設定する。

【0206】次いで、CPU10aは、ステップ1955に進んで図18の警報判断サブルーチンの処理を実行する。即ち、ステップ1950及びステップ1955により介入制動を実行すべき状態になっているか否かが判定される。そして、介入制動を実行すべき状態になっている場合には、発令許可フラグFの値は図18のステップ1870にて「1」に設定されるから、CPU10aは上記ステップ1955からステップ1960に進んで状態変数MODEの値を「3」に設定し、その後ステップ1915に進む。他方、介入制動を実行すべき状態になっていない場合には、発令許可フラグFの値は図18のステップ1875にて「0」に設定されるから、CPU10aは上記ステップ1955からステップ1915に直接進む。

【0207】CPU10aは、ステップ1915にて、このMODE-2（警報モード）のサブルーチンの処理を開始する際に、一次警報が許可されていたか（図17のステップ1745）、又は二次警報が許可されていたか（図17のステップ1730）に応じて、対応する警報を行うべく警告音及び画像の出力を指示する。次いで、CPU10aはステップ1965に進み、同ステップ1965にてブレーキペダルが操作され制動力が発生している状態にあるか否かをブレーキスイッチ信号STOPの値が「1」であるか否かに基づいて判定する。

【0208】そして、ブレーキペダルが操作されていれば、CPU10aはステップ1965にて「Yes」と

判定してステップ1970に進み、一次又は二次警報により運転者が制動操作を行った場合であっても、その制動力が不足している場合に制動力を増大するブレーキアシスト制御を実行するために、図20に示した目標減速度GT演算サブルーチンを実行して目標減速度GTを求め、その後、ステップ1995を経由して図14のステップ1430に戻る。

【0209】この結果、CPU10aはステップ1430にて図19のステップ1915にて指示された一次警報又は二次警報に対応した警告音及び画像を警報装置30から発生させる。次いで、CPU10aはステップ1435に進んで目標減速度GTに基づく処理を行い、実際の減速度GDの絶対値が目標減速度GTの絶対値と等しくなるようにブレーキアクチュエータ40に対して制動油圧を制御するための指示信号を出力する。

【0210】他方、図19のステップ1965の判断時において、ブレーキペダルが操作されていない場合には、CPU10aはステップ1965にて「No」と判定してステップ1980に進み、同ステップ1980にて目標減速度GTの値を「0」に設定し、その後、ステップ1995を経由して図14のステップ1430に戻る。

【0211】この結果、CPU10aはステップ1430にて図19のステップ1915にて指示された警告音及び画像を警報装置30から発生させ、運転者に対して制動操作を促すが、続くステップ1435の処理では図19のステップ1980にて目標減速度GTが「0」に設定されているから、ブレーキアクチュエータ40に何らの指示信号を出力しない。

【0212】以上のように、MODE-2（警報モード）においては、自車及び先行車の状態に応じてMODE-0（停車モード）、MODE-1（非警報モード）、MODE-3（介入制動モード）に進むとともに、一次警報又は二次警報を実行すべき状態が継続しているときにはステップ1915、1970、1980等によって必要な警報及びブレーキアシスト制御を達成するための処理を行う。

【0213】（目標減速度GT演算）次に、上記図19のステップ1970にて行う図20に示した目標減速度GT演算サブルーチンの処理内容について説明すると、CPU10aは、このサブルーチンをステップ2000から開始し、ステップ2005に進んで自車の速度Vが所定の低速度Va（自車が停止直前であることを示す速度）よりも小さいか否かを判定する。一般には、この目標減速度GTは自車が制動力を必要としている状態であるときに演算されるから、自車の速度Vは所定の低速度Vaよりも大きい。従って、CPU10aはステップ2005にて「No」と判定してステップ2010に進む。

【0214】CPU10aは、ステップ2010にて、上述の表3に従って目標減速度GTを演算する。即ち、

ステップ2010を実施する時点における先行車、自車の状態等が図11に示したどの領域にあるのかを判定し(表1、表2の実施条件により判定する)、その領域に対応した数式を用いて目標減速度 $GT (= \mu r \cdot g)$ を計算する。

【0215】次いで、CPU10aはステップ2015に進んで、車間距離センサ12により求められる車間距離 $D$ (前方障害物までの距離)が同車間距離センサ12の認知限界の距離 $D_{min}$ に所定距離 $\Delta D$ を加えた値( $D_{min} + \Delta D$ )より小さくなったか否かを判定する。通常は、車間距離センサ12により求められる車間距離 $D$ が同車間距離センサ12の認知限界 $D_{min}$ の距離に所定距離 $\Delta D$ を加えた値( $D_{min} + \Delta D$ )より大きいので、CPU10aはステップ2015にて「No」と判定してステップ2020に進み、上記ステップ2020にて上記ステップ2010にて求めた目標減速度 $GT$ を値 $GT_m$ として格納する。一方、車間距離センサ12により求められる車間距離 $D$ が同車間距離センサ12の認知限界 $D_{min}$ の距離に所定距離 $\Delta D$ を加えた値( $D_{min} + \Delta D$ )より小さくなった場合( $D < D_{min} + \Delta D$ )、CPU10aはステップ2015にて「Yes」と判定してステップ2025に進み、前回の本ルーチン実行時においてステップ2020にて値 $GT_m$ として格納した目標減速度を今回の目標減速度 $GT$ とする。この結果、車間距離 $D$ が車間距離センサ12の認知限界 $D_{min}$ の距離に所定距離 $\Delta D$ を加えた値( $D_{min} + \Delta D$ )より小さくなった場合(即ち、車間距離 $D$ が車間距離センサ12の認知限度以下になった場合)には、その直前に求めた目標減速度 $GT$ が維持される。

【0216】これは、図24に示した様に、車間距離センサ12の距離計測の対象としている障害物が同センサの認知限界 $D_{min}$ 以下の距離にまで接近すると、同センサの視野角の制限のためにその検出可能エリアから外れ、同センサの距離測定点が背後の(遠方の)対象物上の点に切り替わったり、同一の対象物であっても異なる部位の反射点に距離計測点が切り替わるため、計測した車間距離 $D$ が突然変化し、このために目標減速度 $GT$ が急変することを防止する目的で設けられたステップである。この結果、対象物が検出できなくなった場合でも、目標減速度 $GT$ が維持され、適切な制動がなされ得る。

【0217】なお、上記と同様な理由で、一次警報又は二次警報が本来必要であるにも拘らず解除されることを防止するため、車間距離 $D$ が同車間距離センサ12の認知限界 $D_{min}$ の距離に所定距離 $\Delta D$ を加えた値( $D_{min} + \Delta D$ )より小さくなった場合には、その時点で発生されていた一次又は二次警報を維持するように構成することが好適である。

【0218】再び、図20を参照すると、CPU10aはステップ2030に進み、同ステップ2030にて現在の運転領域が図11(表1)に示した(1)又は

(2)の領域にあるか否かを判定する。そして、現在の運転領域が(1)又は(2)の領域である場合、CPU10aはステップ2030にて「Yes」と判定してステップ2035に進み、その時点で求められている目標減速度 $GT$ に係数 $\Omega$ (例えば、 $\Omega = 1.05$ )を乗じることにより同目標減速度 $GT$ を増大補正し、ステップ2095に進む。

【0219】この係数 $\Omega$ による増大補正は、目標減速度 $GT$ を図25(A)に示した状態から同図25(B)に示した状態に変化させ、実際の自車の減速度を例えば介入制動開始直後に大きい値とすることで早期に自車の速度 $V$ を低下させ、その結果、その後求められる目標減速度 $GT$ を滑らかに減少させて、停止するための介入制動のブレーキフィーリングを向上する目的で行われる。

【0220】一方、現在の運転領域が(1)又は(2)の領域でない場合、CPU10aはステップ2030にて「No」と判定してステップ2095に直接進む。

【0221】制動により自車の速度 $V$ が十分低下して所定の速度 $V_a$ より小さくなった場合には、CPU10aはステップ2005に進んだとき、同ステップ2005にて「Yes」と判定してステップ2040に進み、同ステップ2040にてその時点の制動油圧を保持する指示を発生する。この結果、図14のステップ1435の処理が行われる際、制動油圧が一定値に維持されるようになる。

【0222】この制動油圧保持は、図11(表1)に示した(1)又は(2)の領域での介入制動のように、自車の停止を目的とした介入制動を実行している際、自車が停止(又は停止直前の状態)となったときに同介入制動による制動力が解除されることになるが、その際、アイドリングトルク(車両のエンジンがアイドル状態にあって、その状態にて発生しているトルクが同車両のトルクコンバータを介して駆動輪に伝達されることによる同車両の駆動トルク)により、自車が走行してしまうことを防止することを目的として付加される機能である。

【0223】ステップ2040の処理を実行した後、CPU10aはステップ2045に進み、同ステップ2045にて自車の速度 $V$ が「0」である状態が所定時間以上継続したか否かを判定する。そして、自車の速度 $V$ が「0」である状態が所定時間以上継続した場合、CPU10aはステップ2045にて「Yes」と判定して電気制御装置10に接続された図示しないエンジン制御コンピュータにエンジン停止要求を出力する。この結果、エンジンが自動的に停止される。なお、ステップ2045及びステップ2050は省略してもよい。

【0224】次いで、CPU10aはステップ2055に進んでブレーキペダルが操作されて制動力が発生している状態(ブレーキ装置が作動状態)にあるか否かをブレーキスイッチ信号STOPの値が「1」であるか否に基づいて判定する。そして、ブレーキペダルが操作されてい

る場合にはステップ2055にて「Yes」と判定してステップ2060に進み、同ステップ2060にて前記ステップ2040にて指示した油圧保持の解除を指示する。運転者がブレーキペダルを操作して制動力を発生させた場合には、もはやブレーキアクチュエータ40による制動力を発生させる必要がないからである。

【0225】なお、ステップ2055の判断は、ブレーキアクチュエータ40が接続されたブレーキマスタシリンダの発生油圧が所定圧力以上となっているか否かに基づいて行ってもよい。

【0226】次いで、CPU10aはステップ2065に進み、同ステップ2065にて目標減速度GTの値を「0」とし、ステップ2095に進む。また、上記ステップ2055にてブレーキペダルが操作されていないと判定される場合には、油圧保持を解除することなくステップ2095に直接進む。

【0227】(MODE-3…介入制動モード)次に、図16のステップ1625、及び図19のステップ1960にて、状態変数MODEの値が「3」に設定された場合について説明する。この場合、CPU10aは図14のステップ1420からステップ1450に進み、図21に示したMODE-3(介入制動モード)のサブルーチンの処理をステップ2100から開始する。次いで、CPU10aは、ステップ2105に進んで自車が停止し( $V=0$ )、且つブレーキペダルが操作され制動力が発生している状態にあるか否かをブレーキスイッチ信号STOPの値が「1」であるか否かに基づいて判定する。

【0228】そして、自車が停止していて、且つブレーキペダルが操作されている場合、CPU10aはステップ2105にて「Yes」と判定してステップ2110に進み、同ステップ2110にて状態変数MODEの値を「0」とした後にステップ2115に進む。これにより、CPU10aの処理は、次のメインルーチンの実行時にMODE-0(停車モード)に移行する。

【0229】一方、自車が停止していないか、又はブレーキペダルが操作されていない場合、CPU10aはステップ2105にて「No」と判定してステップ2120に進み、同ステップ2120にて障害物が依然として存在するか否かを、車間距離センサ12の発生するミリ波レーダの反射波の有無により判定する。そして、この段階でミリ波レーダの反射波が無ければ、CPU10aはステップ2120にて「No」と判定してステップ2125に進み、同ステップ2125にて状態変数MODEの値を「4」とし、ステップ2115に進む。

【0230】また、依然として障害物が存在すると、CPU10aはステップ2120にて「Yes」と判定し、ステップ2130に進んで上記ステップ1705(図17)と同様に介入制動用のパラメータを設定する。そして、CPU10aは、ステップ2135に進んで図18の警報判断サブルーチンの処理を実行する。即

ち、ステップ2130及びステップ2135により介入制動を実行すべき状態が継続しているか否かを判定する。

【0231】この結果、介入制動を実行すべき状態でなくなっていれば、発令許可フラグFの値は図18のステップ1875にて「0」に設定されるから、CPU10aはステップ2135からステップ2140に進み、同ステップ2140にて先行車の速度Vfが前記所定速度Vf0より大きいかな否かを判定することで、自車の前方に存在する物体が静止物であるか否かを判定する。そして、先行車の速度Vfが前記所定速度Vf0より大きい場合(非静止物の場合)には、CPU10aはステップ2140「Yes」と判定してステップ2145に進み、同ステップ2145にて状態変数MODEの値を「5」に設定し、その後ステップ2115に進む。ステップ2140での非静止物の判定により、移動中(走行中)の先行車を対象とした介入制動では車間制御(MODE-5)を実施する。

【0232】他方、介入制動を実行すべき状態が継続している場合には、発令許可フラグFの値は図18のステップ1870にて「1」に設定されるから、CPU10aはステップ2135からステップ2115へと進む。また、上記ステップ2140にて先行車の速度Vfが前記所定速度Vf0より小さいと判定される場合、CPU10aはステップ2115に進む。

【0233】CPU10aは、ステップ2115にて、介入制動に対応する警報を行うべく警告音及び画像の出力を指示する。次いで、CPU10aはステップ2150に進み、図20にて示した目標減速度GT演算サブルーチンを実行し、介入制動に対する目標減速度GTを求め、その後ステップ2195を経由して図14のステップ1430に戻る。

【0234】この結果、CPU10aはステップ1430にて図21のステップ2115にて指示された警告音及び画像を警報装置30から発生させる。次いで、CPU10aはステップ1435に進んで図21のステップ2150にて求められた介入制動用の目標減速度GTに基づく処理を行い、実際の減速度GDの絶対値と目標減速度GTとが等しくなるようにブレーキアクチュエータ40に対して指示信号を出力し制動力を制御する。

【0235】(MODE-4…G抜きモード)次に、介入制動を実行しているときに障害物が消失し、状態変数MODEの値が「4」に設定された場合、即ち、図21に示したステップ2120にて「No」と判定されてステップ2125にて状態変数MODEの値が「4」に設定された場合について説明する。この場合、CPU10aは図14のステップ1420からステップ1455に進み、図22に示したMODE-4(G抜きモード)のサブルーチンの処理をステップ2200から開始する。このMODE-4は、介入制動中に先行車が車線変更等を行うことにより車間距離D

が突然増大して介入制動を急に中止（制動力を急に減少）したときに生じる大きな加速度変化によるショックの発生を防止するため、目標減速度GTを段階的に（徐々に）減少させるためのモードである。以下、具体的な処理について説明する。

【0236】CPU10aは、ステップ2200から処理を開始すると、ステップ2205に進んで目標減速度GTが所定の比較的小さな減速度GT0（例えば、 $0.2 \cdot g$ ）より小さいか否かを判定する。介入制動中の目標減速度GTは所定の減速度GT0より大きいので、CPU10aはステップ2205にて「No」と判定してステップ2210に進み、同ステップ2210にて介入制動に対応する警報を行うべく警告音及び画像の出力を指示する。次いで、CPU10aはステップ2215に進み、同ステップ2215にてその時点の目標減速度GTから一定値 $\Delta GT$ を減算した値を新たな目標減速度GTとして設定し、これにより、介入制動時における目標減速度GTは徐々に小さくなって行く。その後、CPU10aはステップ2295を経由して図14のステップ1430に戻る。

【0237】この結果、CPU10aはステップ1430にて図22のステップ2210にて指示された介入制動に対応した警告音及び画像を警報装置30から発生させる。次いで、CPU10aはステップ1435に進んで図22のステップ2215にて徐々に減少された目標減速度GTに基づく処理を行い、実際の減速度GDの絶対値が目標減速度GTの絶対値より小さい場合にはブレーキアクチュエータ40に対して制動油圧を高めるための指示信号を出力し制動力を増大する。

【0238】その後、時間の経過に伴ない、ステップ2215が繰り返して実行されると、目標減速度GTは所定の減速度GT0より小さくなるので、CPU10aは上記ステップ2205の実行時に「Yes」と判定してステップ2220に進み、同ステップ2220にて状態変数MODEの値を「1」とする。これにより、CPU10aは図14のステップ1420からステップ1425へと進むようになる。

【0239】（MODE-5…車間制御モード）次に、介入制動を実行しているときに、介入制動を実行する必要がなくなり、状態変数MODEの値が「5」に設定された場合、即ち、CPU10aが図21に示したステップ2135からステップ2140に進み、同ステップ2140にて「Yes」と判定し、ステップ2125に進んで状態変数MODEの値を「5」に設定した場合について説明する。このMODE-5（車間制御モード）は、走行中の先行車に対して介入制動によって同介入制動を行う必要がない程度にまで自車の車速Vを低下させた後、目標減速度GTを小さな値GTS（例えば、 $0.1 \cdot \mu_{\max} \cdot g$ ）として緩やかな減速を行い、これにより一次警報が発生しない更に安全な車間距離を確保しようとするモードである。

【0240】この場合、CPU10aは図14のステップ1420からステップ1460に進み、図23に示したMODE-5（車間制御モード）のサブルーチンの処理をステップ2300から開始し、続くステップ2305にて障害物が依然として存在するか否かを、車間距離センサ12の発生するミリ波レーダの反射波の有無により判定する。この段階でミリ波レーダの反射波が無ければ、CPU10aはステップ2305にて「No」と判定してステップ2315に進み、同ステップ2315にて状態変数MODEの値を「1」としてステップ2315に進む。

【0241】また、依然として障害物が存在すると、CPU10aはステップ2305にて「Yes」と判定してステップ2320に進み、同ステップ2320にて上記ステップ1705と同様に介入制動用パラメータを設定し、ステップ2325に進んで図18の警報判断サブルーチンの処理を実行する。即ち、ステップ2320及びステップ2325により介入制動を再び実行すべき状態となっている否かを判定する。

【0242】そして、介入制動を実行すべき状態になっている場合、発令許可フラグFの値は図18のステップ1870にて「1」に設定されるから、CPU10aは上記ステップ2325からステップ2330に進んで状態変数MODEの値を「3」に設定し、その後ステップ2315に進む。他方、介入制動を実行すべき状態になっていない場合には、発令許可フラグFの値は図18のステップ1875にて「0」に設定されるから、CPU10aは上記ステップ2325からステップ2335に進む。

【0243】CPU10aは、ステップ2335にて上記ステップ1735と同様に一次警報用パラメータ（但し、空走時間 $\tau$ はブレーキ「オフ」時の値）を設定し、ステップ2340に進んで図18の警報判断サブルーチンの処理を実行する。即ち、ステップ2335及びステップ2340により一次警報を実行すべき状態となっている否かを判定する。

【0244】このとき、一次警報を実行すべき状態になっていない場合には、発令許可フラグFの値は図18のステップ1875にて「0」に設定されるから、CPU10aはステップ2340からステップ2342に進み、同ステップ2342にて自車の速度Vが先行車の速度Vfからm（例えば $5 \text{ km/h}$ ）だけ小さな速度より小さい速度になっているか否かを判定する。これは、自車の速度Vが先行車の速度Vfよりも十分に小さい値になってMODE-5（車間制御モード）を終了しても安全であることを確認するためである。そして、自車の速度Vが先行車の速度Vfからmだけ小さな速度より小さい速度になっていれば、CPU10aはステップ2342にて「Yes」と判定してステップ2345に進み、同ステップ2345にて状態変数MODEの値を「1」に設定し、その後ステップ2315に進む。ステップ2342を設

けたのは、自車の速度 $V$ が先行車の速度 $V_f$ から $m$ だけ小さな速度より小さい速度になっていれば、ステップ2345に進んでMODE-5の車間制御モードを終了しMODE-1の非警報モードに入った直後において一次警報が再び実行されてしまう事態が確実に回避できるからである。

【0245】なお、上記ステップ2335にて、余裕車間距離 $d_0$ を所定値 $d_0\alpha$  ( $>0$ ) だけ大きく設定し、値 $d_0 + d_0\alpha$ を図18のステップ1815の $d_0$ として使用するようにすることが望ましい。これによっても、ステップ2340に進んでMODE-5の車間制御モードを終了しMODE-1の非警報モードに入った場合に、一次警報が直後に実行されてしまう事態が確実に回避できる。

【0246】一方、一次警報を実行すべき状態となっている場合には、発令許可フラグ $F$ の値は図18のステップ1870にて「1」に設定されるから、CPU10aはステップ2340からステップ2315へ進み、同ステップ2315にて介入制動用に対する警報を行うべく警告音及び画像の出力を指示する。次いで、CPU10aは、ステップ2320に進み、同ステップ2320にて目標減速度 $GT$ の値を、所定の小さな値 $GTS$  (例えば、 $0.1 \cdot \mu_{\max} \cdot g$ ) に設定し、ステップ2395を経由して図14のステップ1430に戻る。

【0247】この結果、CPU10aはステップ1430にて図23のステップ2315にて指示された介入制動用の警告音及び画像を警報装置30から発生させる。次いで、CPU10aはステップ1435に進んで上記所定の小さな値とされた目標減速度 $GT$ に基づく処理を行い、実際の減速度 $GD$ と目標減速度 $GT$ とを等しくするようにブレーキアクチュエータ40に指示信号を送出する。これにより、緩やかな減速が実行される。

【0248】このような減速が継続されると車速を先行車に対して大きく低下させることなく、所定の車間距離を確保するまで後退できる。この結果、図23のステップ2340の実行により一次警報を実行すべき状態ではなくなったと判定され、CPU10aはステップ2340からステップ2345へと移行して、MODE-1 (非警報モード) の実行を再開する。

【0249】次に、上記実施形態における「 $\mu_{\max}$ チェック制御」について説明する。

【0250】( $\mu_{\max}$ チェック制御) 上述した一次警報、二次警報、及び介入制動の実施判断は、現時点 ( $t=0$ ) で電気制御装置10が認識している先行車の状態 (先行車の減速度 $\mu_f$ ) が、そのまま継続するものとして最接近距離 $d_{\min}$ を求めることに基づいている。しかしながら、図26の破線にて示したように、時間 $t_1$ にて先行車が突然に急ブレーキをかけて急減速 (減速度 $=\mu_{\max} \cdot g$ ) すると、電気制御装置10が先行車の状態を認識する時間と一次警報、二次警報、又は介入制動の必要性を判断するために必要とする時間の和 ( $\tau_1$ ) のために、自車が先行車に極めて接近してしまう恐れがあ

る。

【0251】そこで、 $\mu_{\max}$ チェック制御においては、図26に示したように、現時点 ( $t=0$ ) から同現時点で予測した最接近時点 ( $t=t_c$ ) までの期間の任意の時点 (図26においては $t=t_1$ ) で、先行車がその時点で発生し得る路面摩擦係数 $\mu_{\max}$ により定まる最大減速度 ( $=\mu_{\max} \cdot g$ ) で減速した場合を想定し、その場合に、自車が、前記センサ11~21等及び電気制御装置10による先行車及び自車の状態等の認識遅れ時間と一次、二次警報又は介入制動の必要性を判断するために必要とする演算処理時間の和 ( $\tau_1$ ) だけ遅れて、同最大制動力にて減速を行えば、自車と先行車の間に数34における余裕車間距離 $d_0$ が確保されるか否かという観点により、一次警報、二次警報、又は介入制動の実施の必要性の有無を判定し、これにより、一次警報、二次警報、又は介入制動を実施する必要があると判定されたときは、先行車の状態 (先行車の減速度 $\mu_f$ ) がそのまま継続するものとして最接近距離 (第1の最接近距離)  $d_{\min}$ を求める、表1に基づく第1最接近距離予測手段による方式に基づいて一次警報、二次警報、又は介入制動を実施する必要があると判定される前であっても、同一次警報、二次警報、又は介入制動を実施する。

【0252】上記 $\mu_{\max}$ チェック制御における具体的な実施条件、最接近距離 (第2最接近距離)  $d_{\min}$ 、及び最接近時速度 (第2最接近時速度)  $V_s$ は、表4に示した通りであり、これらに示された数式を実行するCPU10aは第2最接近距離予測手段の機能を果たす。この $\mu_{\max}$ チェック制御は、走行中の先行車に最接近する場合 (自車の運転領域が図11に示した (3) 又は (4) の領域にある場合) の一次警報、二次警報、及び介入制動に対して実行される。また、実際には、上記表4に基づいて求めた第2最接近距離 $d_{\min}$ と、例えばこの場合の適正車間距離 (第2適正車間距離) としての上記余裕車間距離 $d_0$ とを図18に示したルーチンと同様なルーチンにより比較し (例えば、図18のステップ1845、1855等で第2最接近距離 $d_{\min}$ を求め、ステップ1815で右辺を余裕車間距離 $d_0$ のみとする) ことで対応する一次警報、二次警報、及び介入制動を実行する。なお、各警報と介入制動に対する目標減速度 (第2目標減速度)  $GT (= \mu_r \cdot g)$  は上記最大減速度 ( $\mu_{\max} \cdot g$ ) とする。

【0253】

【表4】

実施条件	表1の領域(3)の 実施条件に 加えて、 $\mu_{\max} \geq \mu + \mu f + \Delta \mu$	表1の領域(3)の実施条件に加えて、 $\mu_{\max} \leq \mu + \mu f - \Delta \mu$	表1の領域(3)の実施条件に加えて、 $\mu + \mu f - \Delta \mu < \mu_{\max} < \mu + \mu f + \Delta \mu$	表1の領域(4)の 実施条件に 加えて、 $\mu f \cdot g < -0.05G$ & 空走時間中	表1の領域(3)の 実施条件に 加えて、 $\mu_{\max} \leq \mu + \mu f - \Delta \mu$	表1の領域(3)の実施条件に加えて、 $\mu + \mu f - \Delta \mu < \mu_{\max} < \mu + \mu f + \Delta \mu$	表1の領域(4)の 実施条件に 加えて、 $\mu f \cdot g < -0.05G$ & 空走時間中
表1の領域(3)の 実施条件に 加えて、 $\mu_{\max} \geq \mu + \mu f + \Delta \mu$	$(V - \tau \cdot 1 \cdot \mu f) \cdot (\mu_{\max} - \mu) > (V_f - \mu f \cdot g \cdot \tau) \cdot (\mu_{\max} - \mu f)$	$(V - \tau \cdot 1 \cdot \mu f) \cdot (\mu_{\max} - \mu) \leq (V_f - \mu f \cdot g \cdot \tau) \cdot (\mu_{\max} - \mu f)$	$(V - \tau \cdot 1 \cdot \mu f) \cdot (\mu_{\max} - \mu) > (V_f - \mu f \cdot g \cdot \tau) \cdot (\mu_{\max} - \mu f)$	$(V - \tau \cdot 1 \cdot \mu f) \cdot (\mu_{\max} - \mu) > (V_f - \mu f \cdot g \cdot \tau) \cdot (\mu_{\max} - \mu f)$	$(V - \tau \cdot 1 \cdot \mu f) \cdot (\mu_{\max} - \mu) > (V_f - \mu f \cdot g \cdot \tau) \cdot (\mu_{\max} - \mu f)$	$(V - \tau \cdot 1 \cdot \mu f) \cdot (\mu_{\max} - \mu) > (V_f - \mu f \cdot g \cdot \tau) \cdot (\mu_{\max} - \mu f)$	$(V - \tau \cdot 1 \cdot \mu f) \cdot (\mu_{\max} - \mu) > (V_f - \mu f \cdot g \cdot \tau) \cdot (\mu_{\max} - \mu f)$
表1の領域(3)の 実施条件に 加えて、 $\mu_{\max} \leq \mu + \mu f - \Delta \mu$	$(V - \tau \cdot 1 \cdot \mu f) \cdot (\mu_{\max} - \mu) < (V_f - \mu f \cdot g \cdot \tau) \cdot (\mu_{\max} - \mu f)$	$(V - \tau \cdot 1 \cdot \mu f) \cdot (\mu_{\max} - \mu) < (V_f - \mu f \cdot g \cdot \tau) \cdot (\mu_{\max} - \mu f)$	$(V - \tau \cdot 1 \cdot \mu f) \cdot (\mu_{\max} - \mu) < (V_f - \mu f \cdot g \cdot \tau) \cdot (\mu_{\max} - \mu f)$	$(V - \tau \cdot 1 \cdot \mu f) \cdot (\mu_{\max} - \mu) < (V_f - \mu f \cdot g \cdot \tau) \cdot (\mu_{\max} - \mu f)$	$(V - \tau \cdot 1 \cdot \mu f) \cdot (\mu_{\max} - \mu) < (V_f - \mu f \cdot g \cdot \tau) \cdot (\mu_{\max} - \mu f)$	$(V - \tau \cdot 1 \cdot \mu f) \cdot (\mu_{\max} - \mu) < (V_f - \mu f \cdot g \cdot \tau) \cdot (\mu_{\max} - \mu f)$	$(V - \tau \cdot 1 \cdot \mu f) \cdot (\mu_{\max} - \mu) < (V_f - \mu f \cdot g \cdot \tau) \cdot (\mu_{\max} - \mu f)$
表1の領域(3)の 実施条件に 加えて、 $\mu + \mu f - \Delta \mu < \mu_{\max} < \mu + \mu f + \Delta \mu$	$(V - \tau \cdot 1 \cdot \mu f) \cdot (\mu_{\max} - \mu) > (V_f - \mu f \cdot g \cdot \tau) \cdot (\mu_{\max} - \mu f)$	$(V - \tau \cdot 1 \cdot \mu f) \cdot (\mu_{\max} - \mu) < (V_f - \mu f \cdot g \cdot \tau) \cdot (\mu_{\max} - \mu f)$	$(V - \tau \cdot 1 \cdot \mu f) \cdot (\mu_{\max} - \mu) > (V_f - \mu f \cdot g \cdot \tau) \cdot (\mu_{\max} - \mu f)$	$(V - \tau \cdot 1 \cdot \mu f) \cdot (\mu_{\max} - \mu) < (V_f - \mu f \cdot g \cdot \tau) \cdot (\mu_{\max} - \mu f)$	$(V - \tau \cdot 1 \cdot \mu f) \cdot (\mu_{\max} - \mu) > (V_f - \mu f \cdot g \cdot \tau) \cdot (\mu_{\max} - \mu f)$	$(V - \tau \cdot 1 \cdot \mu f) \cdot (\mu_{\max} - \mu) < (V_f - \mu f \cdot g \cdot \tau) \cdot (\mu_{\max} - \mu f)$	$(V - \tau \cdot 1 \cdot \mu f) \cdot (\mu_{\max} - \mu) > (V_f - \mu f \cdot g \cdot \tau) \cdot (\mu_{\max} - \mu f)$
表1の領域(4)の 実施条件に 加えて、 $\mu f \cdot g < -0.05G$ & 空走時間中	$(V - \tau \cdot 1 \cdot \mu f) \cdot (\mu_{\max} - \mu) > (V_f - \mu f \cdot g \cdot \tau) \cdot (\mu_{\max} - \mu f)$	$(V - \tau \cdot 1 \cdot \mu f) \cdot (\mu_{\max} - \mu) < (V_f - \mu f \cdot g \cdot \tau) \cdot (\mu_{\max} - \mu f)$	$(V - \tau \cdot 1 \cdot \mu f) \cdot (\mu_{\max} - \mu) > (V_f - \mu f \cdot g \cdot \tau) \cdot (\mu_{\max} - \mu f)$	$(V - \tau \cdot 1 \cdot \mu f) \cdot (\mu_{\max} - \mu) < (V_f - \mu f \cdot g \cdot \tau) \cdot (\mu_{\max} - \mu f)$	$(V - \tau \cdot 1 \cdot \mu f) \cdot (\mu_{\max} - \mu) > (V_f - \mu f \cdot g \cdot \tau) \cdot (\mu_{\max} - \mu f)$	$(V - \tau \cdot 1 \cdot \mu f) \cdot (\mu_{\max} - \mu) < (V_f - \mu f \cdot g \cdot \tau) \cdot (\mu_{\max} - \mu f)$	$(V - \tau \cdot 1 \cdot \mu f) \cdot (\mu_{\max} - \mu) > (V_f - \mu f \cdot g \cdot \tau) \cdot (\mu_{\max} - \mu f)$

【0254】なお、上記表4において、値Uは下記数51により表され、値 $\Delta \mu$ は電気制御装置10が扱う値 $\mu$ のLSB値であり、同表における $\mu_{\max}$ は、車両が角度 $\theta$ の降坂路を走行しているときに下記数52により表される路面勾配補正後の値である。この路面勾配補正を加えるのは、路面摩擦係数 $\mu_{\max}$ （補正前）が同一でも車両の出し得る最大減速度が異なるからである。

【0255】

【数51】  $U = \tau - \tau_1$

【0256】

【数52】  $\mu_{\max} = \mu_{\max}(\text{補正前}) \cdot \cos \theta - \sin \theta$

【0257】以上のように、上記実施形態によれば、適切なタイミングにて警報又は制動力が発生されるとともに、その解除は同解除直後に再び警報又は制動力が発生されない状態となったときに行われる。また、適正車間距離が確保されるように目標減速度が決定されるので、車両を安全な速度まで低下させ、安全な車間距離を維持し、または車両を安全に停止させることができる。

【0258】なお、上記のステップについて、同ステップが達成する機能別手段としてまとめると、ステップ1825、1835、1845、1855は、最接近距離予測手段及び最接近時速度予測手段の一部を構成している。ステップ1815の右辺は適正車間距離決定手段の一部を構成している。ステップ1430、1435、ステップ1610、図17の全ステップ、ステップ1815、1870、1875は衝突予防手段の一部を構成している。ステップ1735、1740（図18のステップを含む）、1745、1430、1435は第1衝突予防手段の一部を構成している。ステップ1720、1725（図18のステップを含む）、1730、1430、1435は第2衝突予防手段の一部を構成している。また、ステップ1705、1710（図18のステップを含む）、1715、1430、1435は第2衝突予防手段の一部を構成している。ステップ1930、1935（図18のステップを含む）、或いは、ステップ2335、2340（図18のステップを含む）、2342、は予防措置継続手段の一部を構成している。

【0259】また、ステップ2005は自車停止判定手段の一部を構成し、ステップ2040は停止時に制動力を保持する制動力保持手段の一部を構成している。更に、ステップ2055は、自車のブレーキ装置が運転者によって作動状態とされているか否かを判定するブレーキ作動判定手段の一部を構成し、ステップ2060は制動力の保持を解除する制動力保持解除手段の一部を構成し、ステップ2050は自車のエンジンを停止させるエンジン停止手段の一部を構成している。更に、ステップ1435は、ブレーキアクチュエータ40とともに制動力発生手段の一部を構成し、図18の各ステップは目標減速度演算手段の一部を構成している。

【0260】なお、本発明は上記実施形態に限定されることはなく、本発明の範囲内において種々の変形例を採用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明による車両の衝突予防装置の一実施形態のシステム構成図である。

【図2】 現時点における自車と先行車の状態と、最接近時における同自車と同先行車の状態を模式的に示した図である。

【図3】 先行車が先に停止しその後自車が停止する場合における同先行車及び同自車の時間に対する车速変化を示した図である。

【図4】 図3の場合における先行車及び自車の時間に対する位置変化を示した図である。

【図5】 自車の空走時間後であって、先行車が減速しながら走行している間に自車が同先行車に最接近する場合における同自車及び同先行車の時間に対する车速変化を示した図である。

【図6】 図5の場合における、自車及び先行車の時間に対する位置変化を示した図である。

【図7】 自車の空走時間後であって、先行車が加速しながら走行している間に自車が同先行車に最接近する場合における同自車及び同先行車の時間に対する车速変化を示した図である。

【図8】 図7の場合における、自車及び先行車の時間に対する位置変化を示した図である。

【図9】 自車の空走時間が経過する前に同自車が先行車に最接近する場合における同自車及び同先行車の時間に対する车速変化を示した図である。

【図10】 図9の場合における自車及び先行車の時間に対する位置変化を示した図である。

【図11】 横軸に先行車の減速度 $\mu_f \cdot g$ を、縦軸に同先行車の速度 $V_f$ をとって、最接近距離を算出するための条件を領域により示した図である。

【図12】 図1に示したダイヤルスイッチで選択可能な因子（パラメータ）の大きさを示した図である。

【図13】 自車を追い抜いた車両が自車の前方に割込む場合を模式的に示した図である。

【図14】 図1に示したCPUが実行するメインルーチンを示すフローチャートである。

【図15】 図1に示したCPUが実行する停車モードのルーチンを示すフローチャートである。

【図16】 図1に示したCPUが実行する非警報モードのルーチンを示すフローチャートである。

【図17】 図1に示したCPUが実行する警報・介入発令判断サブルーチンを示すフローチャートである。

【図18】 図1に示したCPUが実行する警報判断サブルーチンを示すフローチャートである。

【図19】 図1に示したCPUが実行する警報モードのルーチンを示すフローチャートである。

【図20】 図1に示したCPUが実行する目標減速度を演算するサブルーチンを示すフローチャートである。

【図21】 図1に示したCPUが実行する介入制動モードのルーチンを示すフローチャートである。

【図22】 図1に示したCPUが実行するG抜きモードのルーチンを示すフローチャートである。

【図23】 図1に示したCPUが実行する車間制御モードのルーチンを示すフローチャートである。

【図24】 車間距離センサの検出可能エリア（検出エリア）と認知限界を模式的に示した図である。

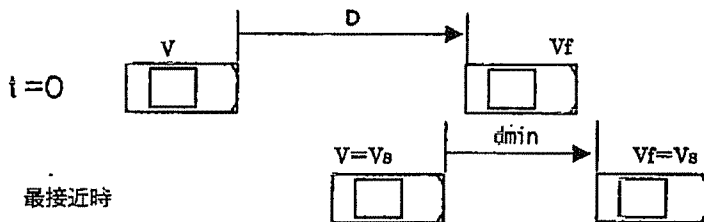
【図25】 (A)は演算される目標減速度の時間変化を、(B)は介入制動開始直後に前記演算された目標減速度を増大させた場合の同目標減速度の時間変化を示した図である。

【図26】  $\mu_{\max}$ チェック制御を説明するために、自車及び先行車の時間に対する速度変化を示した図である。

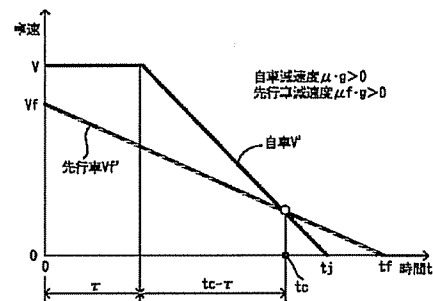
【符号の説明】

10…電気制御装置、11…车速センサ、12…車間距離センサ、13…相対速度センサ、14…ダイヤルスイッチ、15…加速度センサ、16…シフトレバースイッチ、17…ブレーキスイッチ、18…左前輪速度センサ、19…右前輪速度センサ、20…左後輪速度センサ、21…右後輪速度センサ、30…警報装置、40…ブレーキアクチュエータ。

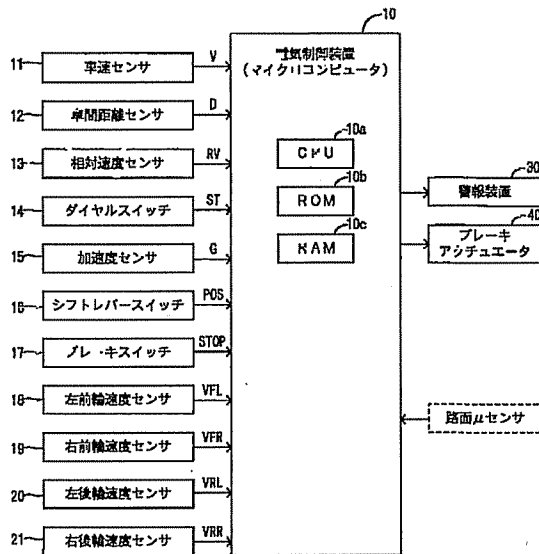
【図2】



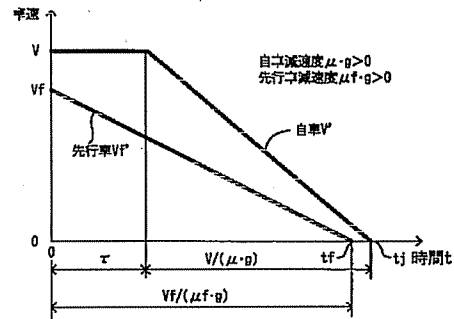
【図5】



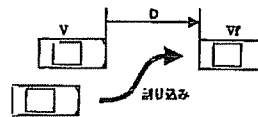
【図1】



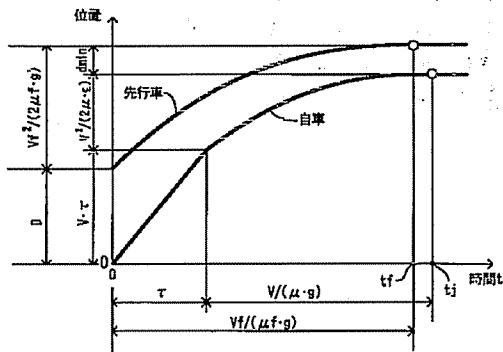
【図3】



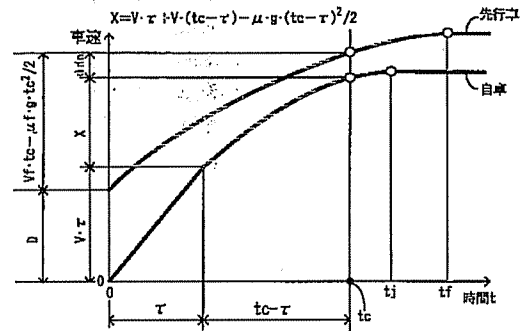
【図13】



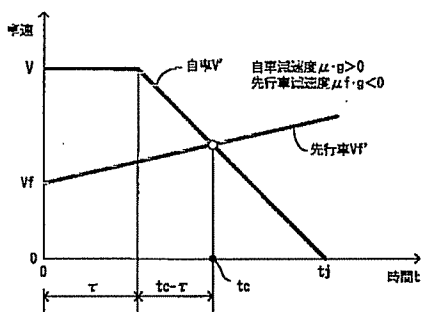
【図4】



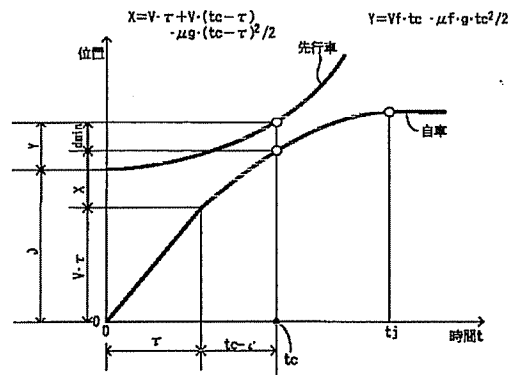
【図6】



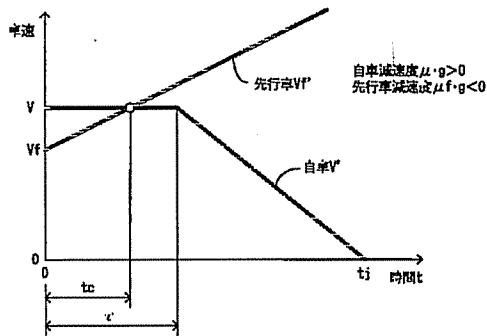
【図7】



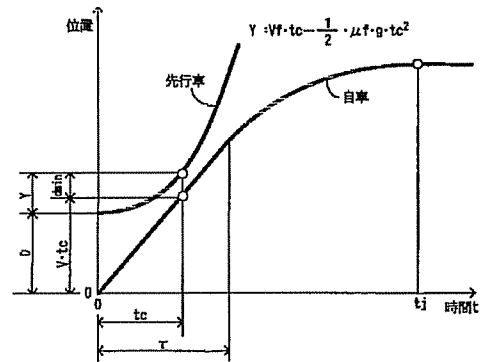
【図8】



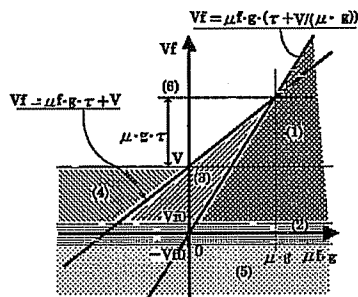
【図9】



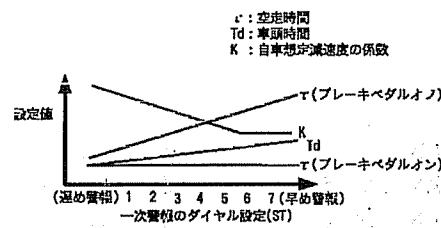
【図10】



【図11】

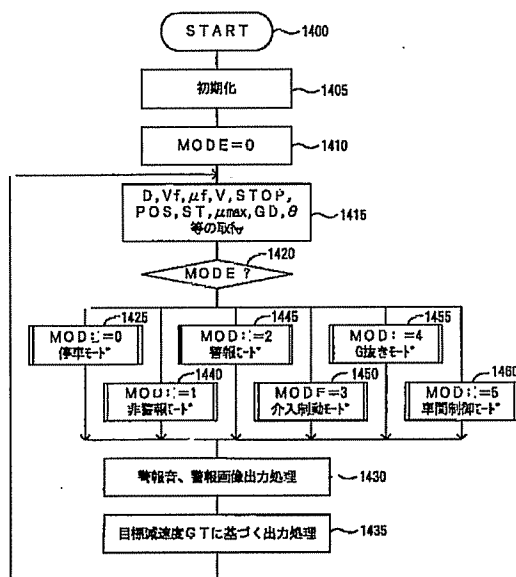


【図12】

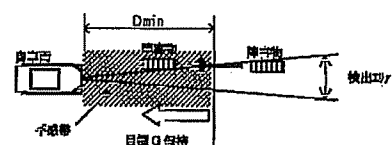


【図15】

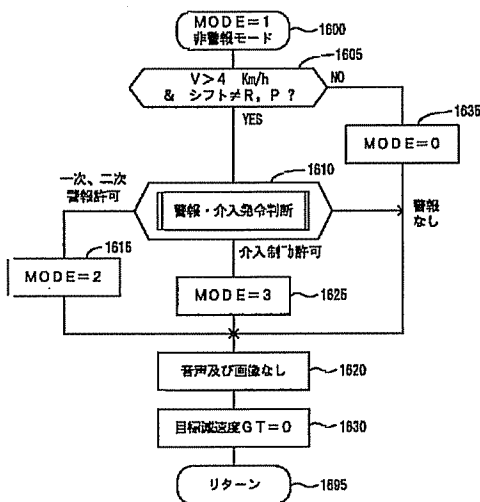
【図14】



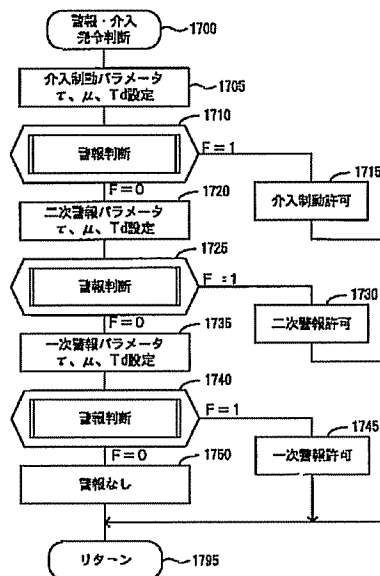
【図24】



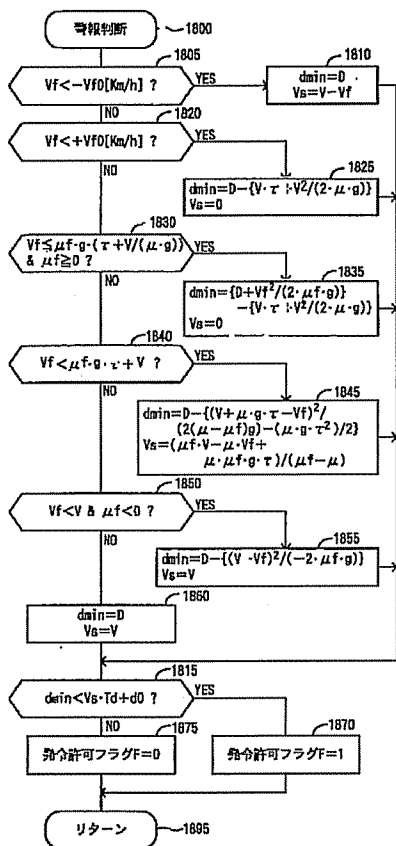
【図16】



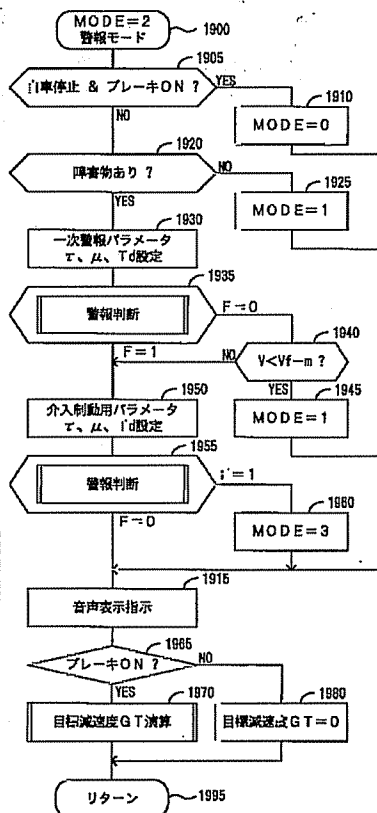
【図17】



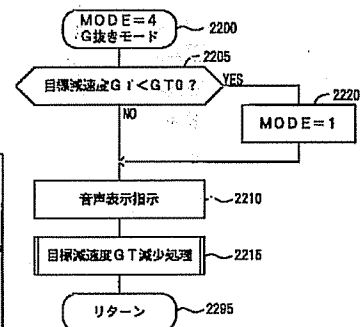
【図18】



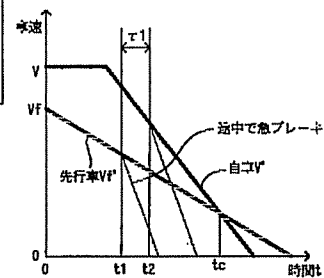
【図19】



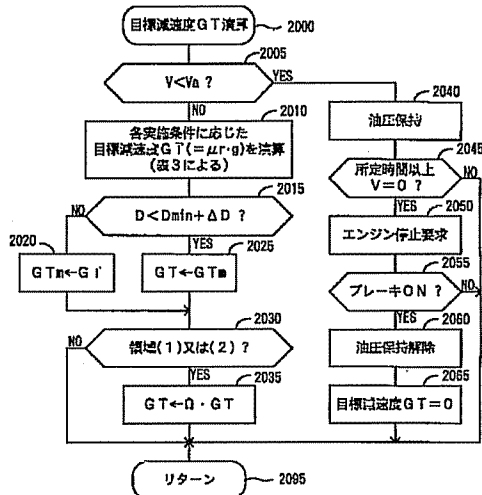
【図22】



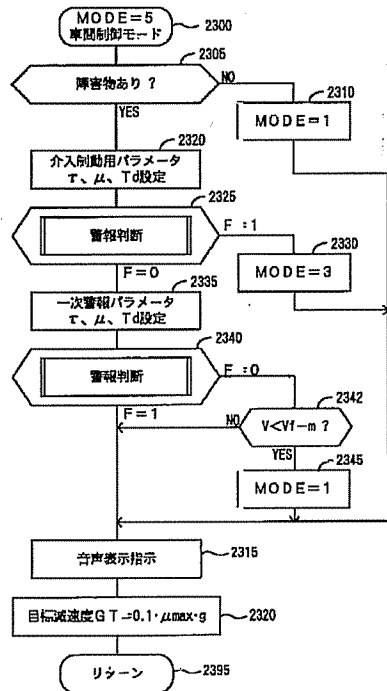
【図26】



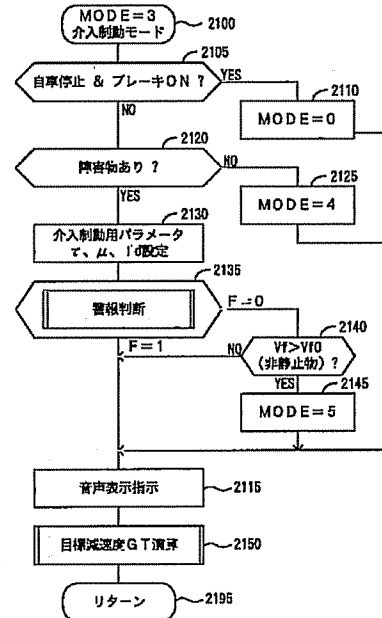
【図20】



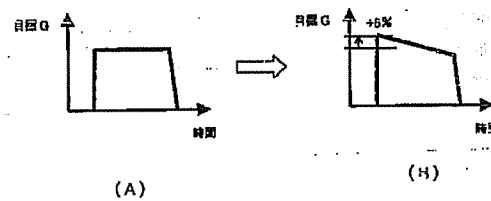
【図23】



【図21】



【図25】



フロントページの続き

(51)Int. Cl. 7

B 60 T 7/12

F 02 D 29/02

識別記号

3 0 1

F I

B 60 T 7/12

F 02 D 29/02

(参考)

C

3 0 1 D

(72)発明者 野中 正勝  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 井垣 宗良  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 名切 末晴  
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1 株式会社豊田中央研究所内

(72)発明者 渡邊 一矢  
愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 アイシン精機株式会社内

(72)発明者 中所 孝之  
愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 アイシン精機株式会社内

(72)発明者 坂部 匡彦  
愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 アイシン精機株式会社内

(72)発明者 葛谷 啓司  
愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 アイシン精機株式会社内

Fターム(参考) 3D044 AA25 AC22 AC24 AC26 AC28  
AC59 AD00 AD21 AE04 AE07  
3D046 BB18 CC02 EE01 HH20 HH22  
HH25 HH36 HH46 KK12 LL02  
3G093 BA23 BA24 CB10 DB03 DB04  
DB05 DB11 DB15 DB16 DB21  
DB23 EB04 FA11  
5H180 CC03 CC12 CC14 CC15 LL01  
LL04 LL07 LL09